

חוף מבטחים

תכנון ובנייה של רפסודה



יחידת לימוד בהנדסה ימית

ציפה ושקיעה

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 הקטפסים (סטריאוטיפים) הנוגעים להנדסה ולמהנדסים, ובכך לעודד מעורבות של בנים ובנות כאחד בתחומי מדע וטכנולוגיה.

הגישה הפדגוגית שלנו

במרכז 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 חקרנות 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, שיאפשר ביטוי של מגוון דעות ורעיונות על ידי 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 ביחידות 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 מוצגים 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 סיכום שניתן לצלם, ומפתח תשובות.

זכויות יוצרים

יצירה זו מופצת תחת [רישיון ייחוס 4.0 בין-לאומי של Creative Commons](#).

ניתן לך החופש:

- לשותף - 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	
6	מידע כללי	
7	ציוד וחומרים	
13	שיעור הכנה – תכנון ובנייה של מעטפות ואריזות	
14	0.1 פתיחה – עבודה בקבוצות ודיון במליאה – 10 דק'	
14	0.2 פעילות 1: מהי אריזה? – עבודה בקבוצות – 5 דק'	
15	0.3 פעילות 2: התאמה בין אריזות לחפצים – עבודה בקבוצה ודיון במליאה – 15 דק'	
15	0.4 פעילות בחירה – עבודה בקבוצות – 10-30 דק'	
16	0.5 סיכום – דיון במליאה – 10 דקות	
17	0.6 הערכה של הישגים ותוצאות – פעילות בחירה	
18	פרק 1 – הצגת הצורך ומשימת האתגר ההנדסית	
19	1.1 פתיחה – הצגת משימת האתגר ההנדסית – עבודה בקבוצות – 30 דק'	
19	1.2 לצוף או לשקוע? – עבודה בקבוצות – 45 דק'	
20	1.3 סיכום – דיון במליאה – 25 דק'	
21	פרק 2 – מה אנחנו צריכים לדעת?	
22	2.1 פתיחה – תהליך חקר מדעי – עבודה בקבוצות/דיון בכיתה – 30 דק'	
22	2.2 היכרות עם כוח הציפה – פעילות בקבוצות – 10 דק'	
23	2.3 ציפה – נפח (גודל), קשר בלתי נפרד – פעילות בקבוצות – 10 דק'	
23	2.4 שינוי המשקל – עבודה בקבוצות – 15 דק'	
23	2.5 שינוי הנפח (הגודל) – עבודה בקבוצות – 15 דק'	
24	2.6 הסבר לתוצאות – עבודה בקבוצות – 10 דק'	
25	2.7 סיכום – דיון במליאה – 30 דק'	
26	פרק 3 – כאן בונים!	
27	3.1 פתיחה – עבודה בקבוצות/דיון במליאה – 15 דק'	
27	3.2 שלב איסוף המידע – פעילות בקבוצות – 10 דק'	
28	3.3 שלב העלאת רעיונות – פעילות בקבוצות – 10 דק'	
28	3.4 שלב התכנון – פעילות בקבוצות – 10 דק'	
28	3.5 שלב הבנייה – פעילות בקבוצות – 75 דק'	

28	שלב ההערכה והשיפור – פעילות בקבוצות – 45 דק'	3.6
29	סיכום – דיון במליאה – 10 דק'	3.7
30	פרק 4 – אז איך הלך לנו?	
31	פתיחה – סקירה של תהליך התיכון ההנדסי – פעילות בקבוצות/דיון בכיתה – 30 דק'	4.1
31	הצגת הפרויקט בפני הכיתה – עבודה בקבוצות – 60 דק'	4.2
31	סיכום – דיון במליאה – 15 דק'	4.3
32	נספחים	
32	סיפור מסגרת: תכנון ובנייה של רפסודה.	
33	תהליך התיכון ההנדסי	
34	דפי עבודה, כולל תשובות.	
35	דף עבודה 1 שיעור 0 – הנדסה או לא הנדסה?	
36	דף עבודה 1 שיעור 0 – הנדסה? – הערות למורה.	
37	דף עבודה 1 פרק 1 – מה הבעיה?	
38	דף עבודה 2 פרק 1 – צף או שוקע?	
39	דף עבודה 1 פרק 2 – מתחילים לחקור!	
40	דף עבודה 3 פרק 1 – תוצאות	
41	דף עבודה 2 פרק 2 – היכרות עם כוח הציפה	
43	דף עבודה 3 פרק 2 – ציפה ונפח (גודל), קשר בלתי נפרד	
44	דף עבודה 4 פרק 2 – שינוי המשקל	
45	דף עבודה 5 פרק 2 – שינוי הנפח (גודל)	
46	דף עבודה 6 פרק 2 – הסבר לתוצאות	
47	דף עבודה 7 פרק 2 – סיכום	
48	תשובות – דף עבודה 1 פרק 2 – מתחילים לחקור!	
49	תשובות – דף עבודה 2 פרק 2 – היכרות עם כוח הציפה	
51	תשובות – דף עבודה 3 פרק 2 – ציפה ונפח (גודל), קשר בלתי נפרד	
52	תשובות – דף עבודה 4 פרק 2 – שינוי המשקל	
53	תשובות – דף עבודה 5 פרק 2 – שינוי הנפח (גודל)	
54	תשובות – דף עבודה 6 פרק 2 – הסבר לממצאים	
55	תשובות – דף עבודה 7 פרק 2 – סיכום	
56	דף עבודה 1 פרק 3 – תהליך התיכון ההנדסי	

59	תשובות – דף עבודה 1 פרק 3 – תהליך התיכון ההנדסי
60	דף הנחיות
63	צילומים לפרק 4 – סיכום
64	דפי הערכה – כולל תשובות
65	דף הערכה פרק 1
67	תשובות – דף הערכה פרק 1
70	דף הערכה פרק 2
73	תשובות – דף הערכה פרק 2
76	דף הערכה פרק 3
77	תשובות – דף הערכה פרק 3
78	דף הערכה פרק 4 - כוח הציפה
80	תשובות – דף הערכה פרק 4 – כוח הציפה
82	חומר רקע מדעי למורים על ציפה ושקיעה
85	תפישות שגויות של תלמידים לגבי ציפה ושקיעה
87	מילון מושגים
89	שותפים



משך היחידה: 8 שעות ו- 30 דקות

קהל יעד: תלמידי כיתות ד' - ו'

תקציר: יחידת לימוד שמאפשרת לתלמידים לרכוש ידע על ציפה ושקיעה במים, ולקבל טעימה ראשונה בתחום ההנדסה הימית, בדרך מעניינת ומאתגרת. באמצעות ביצוע משימת האתגר "תכנון ובנייה של רפסודה", התלמידים יתכננו, יבנו, יבחנו ויכניסו שיפורים ברפסודה שיעודה הובלת חפצים. כדי להצליח במשימה, התלמידים יפעלו בהתאם לשלבי החקר המדעי ויישמו עקרונות מדעיים הקשורים בכוח הציפה ובמשקל.

קשר לתוכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה: מדעי החומר, חומרים: ציפה ושקיעה; טכנולוגיה, פתרון בעיות: תהליך התיכון, אמצעי הובלה ימית.

תחום ההנדסה: הנדסה ימית

מטרות היחידה:

- התלמידים יערכו ניסויים ויבדקו כיצד מתנהגים גופים שונים כאשר מטביעים אותם במים.
- התלמידים ילמדו שישנם שני כוחות הפועלים על גופים (משקל וציפה) שנמצאים במים.
- התלמידים יבדקו מהם הגורמים השונים המשפיעים על הציפה/שקיעה של גופים בתוך מים.
- התלמידים ילמדו להגדיר בעיה הנדסית, לפרק אותה למרכיביה, להעלות השערות ולבדוק אותן.
- התלמידים יכירו את תהליך התיכון ההנדסי, יישמו אותו לשם פתרון משימת האתגר, ויבינו את השלכותיו לגבי משימות אתגר בתחומים הנדסיים ומדעיים אחרים.
- התלמידים ילמדו להעריך את עבודתם ולהציג את התוצר שבנו בפני קהל.

יחידת הלימוד כוללת את החלקים 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 ושל תהליך התיכון ההנדסי.

פרק שני – כולל את שלב איסוף המידע בתהליך התיכון ההנדסי ומוביל את התלמידים לחקר מדעי של המונחים **ציפה ושקיעה**.

פרק שלישי – בפרק זה התלמידים מיישמים את תהליך התיכון ההנדסי כדי לפתור את משימת האתגר. משימת האתגר ביחידה זו היא תכנון ובנייה של **רפסודה**.

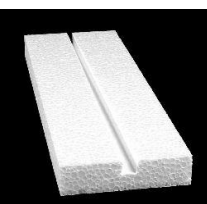
פרק רביעי – זה הזמן להעריך את תהליך העבודה שנעשה במהלך יחידת הלימוד, תוך התייחסות לשלבי תהליך התיכון ההנדסי. זאת ההזדמנות של התלמידים לבדוק אם התוצר שבנו עומד בדרישות שהוצבו לו בתחילה, ולשוחח על ההקשרים הרחבים יותר בין מדע להנדסה.

עצה: המורים והתלמידים צריכים לזכור שבמשך כל התהליך הם יכולים לצלם צילומים ולהשתמש בהם מאוחר יותר במהלך הצגת הפרויקטים בפרק 4.



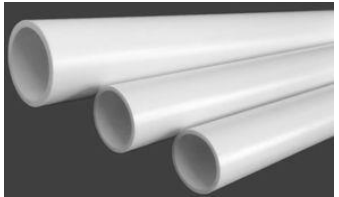
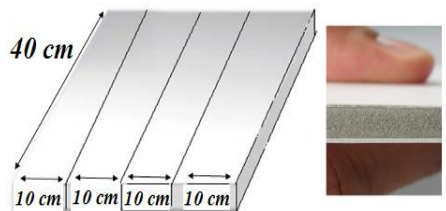


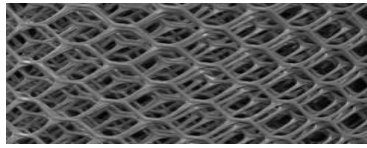
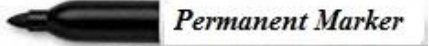
הטבלה כוללת ציוד וחומרים עבור 30 תלמידים (6 קבוצות של 5 תלמידים)

חומרים	סה"כ	שיעור 0	פרק 1	פרק 2	פרק 3	פרק 4
פחית שתייה קלה	6		6			
קופסת פלסטיק עם מהדקי נייר	6		6			
						
נר כדורי	6		6			
						
פקקי שעם	6		6			
						
פלסטלינה	6		6			
						
כדור טניס	6		6			
						
קלקר	6		6			
						
חתיכת עץ	6		6			

חומרים	סה"כ	שיעור 0	פרק 1	פרק 2	פרק 3	פרק 4
						
פחית שימורים של חלב	6		6			
						
שמפו	6		6			
						
חלוקי אבן	6		6			
						
יחידת סבון דקה	6		6			
						
דלי	6		6	6		
						
מד כוח (10 ניוטון/1 קילוגרם)	6			6		
						
משאבה לניפוח בלונים	6			6		
						
בלונים (בינוניים עד גדולים)	36		6	30		

חומרים	סה"כ	שיעור 0	פרק 1	פרק 2	פרק 3	פרק 4
						
מפיות נייר	6			6		
						
לורדים צבעוניים	6					6
בלוק ציור גדול	1					1
אבקת אפייה/סודה לשתייה	1 חבילה קטנה			6 כפיות		
						
גולות	150			6 מערכות, 25 גולות לכל קבוצה		
						
כפיות פלסטיק (לסודה לאפייה)	6			6		
						
משקולות דייג	24			6 ערכות של 4 משקולות (לדוגמה של 50, 100, 250 ו-500 גרם)		
						

חומרים	סה"כ	שיעור 0	פרק 1	פרק 2	פרק 3	פרק 4
קופסה גלילית מפלסטיק (לדוגמה, כזאת שנועדה לקסמי שיניים)	6			קופסה לכל קבוצה		
						
בקבוקי פלסטיק ריקים (1 ליטר)	12				2 בקבוקים לקבוצה	
						
כוסות קלקר (330 עד 350 מ"מ)	180				30 כוסות לקבוצה	
						
צינורות פלסטיק	36				ערכה אחת של 6 צינורות לכל קבוצה	
						
מסקינגטייפ	6				6	
						
לוחות קאפה או פוליגל 40X40 סנטימטרים (חתוכים ל-4 חלקים של 10X40 סנטימטרים)	24				ערכה אחת של 4 חלקים לכל קבוצה	
						

חומרים	סה"כ	שיעור 0	פרק 1	פרק 2	פרק 3	פרק 4
רשת פלסטיק 40X40 סנטימטרים 	6				6	
חוט דייג (או חבל דק) 	6				6	
מספריים 	6				6	
אזיקונים 	240				ערכה אחת של 40 אזיקונים לכל קבוצה	
עפרונות 	6				6	
מארקר בלתי מחיק 	6				6	
סרגל (40 סנטימטר) 	6				6	

חומרים	סה"כ	שיעור 0	פרק 1	פרק 2	פרק 3	פרק 4
מכל פלסטיק 50-100 ליטרים (כדי לבחון את הרפסודה) 	1				1	
מברגים 	6				6	
חותך צינור PVC (במקרה הצורך) 	1				1	
כנ ציור 	1					1

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

- התלמידים ייחשפו 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 מעטפות מ-5 סוגים שונים |
| | ☐ 8X ערכות של חפצים 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 ההנדסיות 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 ודיון 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 לדיון

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 ולאלו 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 לדיון 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 בדיון, 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 ודיון 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 מספרים ועוד. מגוון החפצים והמעטפות עשוי להשתנות בהתאם להקשר ולחומרים הזמינים למורה.

השאלות הבאות עשויות לסייע בהנחיית הדיון:

- 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 הדיון הקבוצתי, יציג נציג מכל קבוצה את התובנות של הקבוצה בפני המליאה.

נוצרת כאן הזדמנות למורה להנחות את הדיון 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 המחשבות של האנשים שעיבדו 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 – עבודה בקבוצות – 10-30 דק'

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 – דיון במליאה - 10 דקות

- 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, ולשאל 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: 90 דק'

מטרות:

- לבחון ולתאר את התנהגותם של גופים שונים כאשר מטביעים אותם במים.
- לארגן ולמייין את תצפיות הניסויים.
- להכיר את שלב 'איסוף המידע' בתהליך התיכון ההנדסי.

ציוד וחומרים (ל 30 תלמידים, שש קבוצות של חמישה תלמידים):

- | | |
|--|--|
| ☐ 6X כדורי טניס | ☐ 6X פחיות משקה קל |
| ☐ 6X בלונים | ☐ 6X מהדקי נייר |
| ☐ 6X רצועות קלקר | ☐ 6X קופסאות פלסטיק מלאות למחצה במהדקי נייר |
| ☐ 6X פיסות עץ | ☐ 6X פקקי שעם |
| ☐ 6X בקבוקי מים | ☐ 6X יחידות פלסטלינה |
| ☐ 6X מיכלי שמפו | ☐ 6X קופסאות חלב |
| ☐ 6X תפוזים (ותפוזים בלי קליפה) | ☐ 6X חלוקי אבן |
| ☐ 6X יחידות סבון דקות | ☐ 6X דליים |

הכנות לפני השיעור

- להכין ולארגן את החומרים
- להדפיס את דפי העבודה של פרק 1

אופן העבודה בכיתה

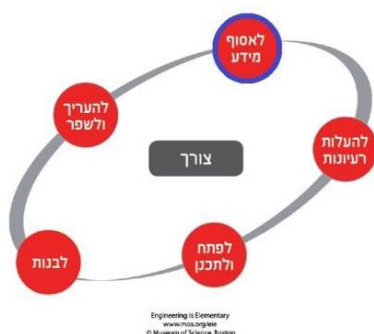
- עבודה בקבוצות
- דיון במליאה

רעיונות מרכזיים:

- היכרות עם שלב איסוף המידע בתהליך התיכון ההנדסי.
- העלאת השערות, עריכת תצפיות ומיון.
- ערעור התפיסה השגויה הרווחת, שהמשקל הוא הגורם המרכזי שמשפיע על יכולת הציפה והשקיעה של גופים.

תקציר הפרק:

בפרק זה נציג לראשונה בקצרה את תהליך התיכון ההנדסי, את משימת האתגר ההנדסית ואת הקשרה. התלמידים יקבלו ההזדמנות לשקול אילו חומרים מתאימים לפתרון משימת האתגר ההנדסית. לאחר מכן יעלו התלמידים השערות, ויבחנו את התנהגותם של חומרים שונים כאשר מטביעים אותם במים (האם הם צפים או שוקעים). בנוסף, התלמידים ילמדו לארגן ולמייין את תוצאות הניסוי שערכו. באופן זה, התלמידים יכירו מתוך ניסיון אישי את שלב איסוף המידע, השלב הראשון בתהליך התיכון ההנדסי. לבסוף, התלמידים יתחילו לחשוב מה הם באמת צריכים לדעת כדי להצליח במשימת האתגר. תשובות לשאלה זו יינתנו במהלך פרק 2.



1.1 פתיחה – הצגת משימת האתגר ההנדסית – עבודה בקבוצות – 30 דק'

המורה תציג בקצרה את משימת האתגר באמצעות הקראה של הסיפור בנספח. המורה תסביר בקצרה שמהנדסים ומהנדסות העוסקים בסוג של אתגרים מהסוג המוצג בסיפור נקראים מהנדסים ומהנדסות ימיים, ותסביר לתלמידים שבמהלך יחידה זו הם עומדים לעבוד כמהנדסים ימיים. לאחר מכן המורה תערוך לתלמידים היכרות עם תחום ההנדסה הימית, הכרוך בפיתוח בעיות הנוגעות לסביבות ימיות, כולל תכנון ובנייה של מבנים כמו אסדות קידוח, רציפים וכל סוג אחר של ציוד ומתקנים ימיים. על מנת לעשות זאת, המהנדסים הימיים צריכים ליישם את הידע שלהם בפיזיקה, במכניקה ובהנדסת חשמל, באמצעות חמשת השלבים של תהליך התיכון ההנדסי. בנקודה זו המורה תציג בקצרה את תהליך התיכון ההנדסי (ר' נספח) על הלוח, על חמשת שלביו, ותתאר בכמה מילים של כל אחד מהם. הנה תיאור קצר של חמשת השלבים.

1. **שלב איסוף המידע** כרוך בהעלאת שאלות אשר נוגעות לבעיה שעל הפרק ואשר עשויות להוביל לפתרון הבעיה.

2. **שלב העלאת הרעיונות** דורש מאיתנו לדמיין פתרונות אפשריים לבעיה שלפנינו.

3. **שלב התכנון** דורש מאיתנו להחליט מה הפתרון ההולם ביותר, והאם כדאי לנו לשלב כמה רעיונות שעלו במהלך הדיון לרעיון אחד. בנוסף הוא דורש מאיתנו לשרטט או לתאר במדויק כיצד ייראה שלב הבנייה, להחליט מה ייחשב בעינינו להצלחה (הדרישות מהמוצר), ולחשוב לאילו חומרים נזדקק בשלב הבנייה.

4. **שלב הבנייה** דורש יישום של הפתרון כפי שתכננו אותו.

5. **שלב ההערכה והשיפור** מחייב אותנו לבדוק אם התוצר שבנינו עומד בדרישות שהצבנו לו. האם הפתרון שלנו עובד היטב? האם אפשר לשפר אותו? ואם כן, כיצד?

לאחר מכן תחלק המורה את התלמידים לקבוצות של 4 או 5 תלמידים, רצוי קבוצות מעורבות מבחינת מגדר וכישורים. המורה תבקש מכל קבוצה לערוך רשימה של חומרים שנראים להם מתאימים לבניית רפסודה, ולציין מדוע לדעתם החומרים האלו מתאימים. המורה תבקש מכל קבוצה להציג את הרשימה שלה ולהסביר את בחירותיה לפני הכיתה, במגמה לעורר דיון בנוגע להבדלים בין החומרים שהוצעו ולתכונותיהן המשותפות (**דף עבודה 1 פרק 1**). מטרת המורה היא להציג לתלמידים את שלב איסוף המידע בתהליך התיכון ההנדסי ולעודד אותם להתחיל לחשוב על פתרונות אפשריים למשימת האתגר ההנדסית.

הקבוצות צריכות להישאר קבועות עד סוף היחידה. ייתכן ומתן האפשרות לכל קבוצה לבחור שם, עשויה להעניק לתלמידים מוטיבציה נוספת.

התלמידים יקבלו הסבר, תזכורת ואפשרות להתנסות בכל שלבי תהליך התיכון ההנדסי בפרק 3. המטרה בפרק 1 היא לערוך היכרות ראשונית בלבד. לכן אין צורך להקדיש לנושא יותר מדי זמן.

1.2 לצוף או לשקוע? – עבודה בקבוצות – 45 דק'

ביחידה זו התלמידים יכניסו חפצים וחומרים שונים למכל מים. הנה שלבי הפעילות השונים:

המורה תציג בפני התלמידים את דף העבודה 'צף או שוקע'. בפעילות זו יכניסו התלמידים חומרים וחפצים שונים למכל מים כהמשך לדיון בסעיף 1 לגבי החומרים המתאימים לבניית רפסודה. על מנת לעשות זאת, המורה תבקש מהתלמידים לבחון את הרשימה 'מה אנחנו צריכים' **בדף עבודה 2 פרק 1**, ואחר כך תבקש מהם לראות אם חלק מהחומרים שהם הציעו לבניית הרפסודה כלול ברשימה, או דומה לאחד החומרים ברשימה (במונחים של משקל, נפח או צורה). לאחר שהתלמידים יכניסו כל אחד מהחומרים ברשימה למכל המים, יהיה עליהם למלא את הטבלה **בדף עבודה 2 שיעור 1**. על המורה לזכור לציין לפני כן שהתלמידים צריכים לרשום את השערותיהם עבור כל אחד מהחומרים בטבלה **בדף עבודה 1 פרק 1**. בסוף הפעילות, עליהם להשוות את התוצאות שהתקבלו להשערות שלהם.

1.3 סיכום – דיון במליאה – 25 דק'

בסוף הפעילות בפרק זה, המורה תבקש מהקבוצות למיין את החומרים (צף/שוקע), ולמלא את הטבלה **בדף עבודה 3 פרק 1**. לאחר מכן תעודד המורה את התלמידים להשוות את דעותיהם על חומרים שצפים או שוקעים לפני שלב הניסוי ואחרי שלב הניסוי, ולבחון מה המשותף לחומרים שצפים, ובאילו מובנים הם שונים מהחומרים ששקעו.

על המורה לזכור שהמשותף לחומרים הצפים היא שמשקלם קל ביחס לגודלם (נפחם). משקלם של החפצים ששוקעים, לעומת זאת, כבד ביחס לגודלם (נפחם). המושגים המדעיים בנוגע לציפה ושקיעה ייבחנו לעומק בפרק 2.



הנקודה המרכזית בפרק זה היא שהתלמידים מתחילים לפקפק באמונתם האינסטינקטיבית שהמשקל הוא הגורם היחיד המשפיע על ציפה או שקיעה. המורה תעודד את התלמידים, באמצעות שאלות ממוקדות, לחשוב על גורמים נוספים העשויים להשפיע על יכולת הציפה של גופים. לדוגמה: "אם משקל אינו הגורם היחיד שמשפיע על ציפה או שקיעה, אילו גורמים נוספים עשויים למלא תפקיד מרכזי ביכולת של גוף לצוף או לשקוע?"

בשלב זה, כדי שהתלמידים יתחילו לזהות את השלבים השונים של תהליך התיכון ההנדסי ולקשר אותו למעשיהם בכיתה בפועל, על המורה לשאול את הכיתה: "עכשיו, לקראת סוף השיעור, האם אתם מזהים באיזה שלב של תהליך התיכון ההנדסי אנחנו נמצאים?"

באופן הזה המורה תוביל את התלמידים בסופו של דבר לתהליך החקר המדעי בפרק 2. הפרק הבא יאפשר לתלמידים לרכוש את הידע המדעי הדרוש להם לשם פתרון משביע רצון של משימת האתגר ההנדסית ביחידה.

פרק 2 – מה אנחנו צריכים לדעת? איסוף מידע על ציפה ושקיעה ועל הנדסה ימית

משך הפרק: 120 דק'



מטרות:

- התלמידים ילמדו על קיומם של שני כוחות הפועלים על גופים שנמצאים בתוך המים. הכוחות האלו הם המשקל (כוח המשיכה), וכוח הפועל כלפי מעלה הנקרא ציפה.
- התלמידים ילמדו שיש תנאי הכרחי לכך שגוף יוכל לצוף (ציפה = משקל). משמעות משוואה זאת היא שהכוחות שקולים.
- התלמידים יישמו שיטות ותהליכי חקר מדעיים.

ציוד וחומרים (ל 30 תלמידים – שש קבוצות של חמישה תלמידים):



- | | |
|--|---|
| ☐ 6X דליים | ☐ אבקת אפייה |
| ☐ 6X מדי כוח (10 ניוטון/1 קילוגרם) | ☐ מפיות נייר |
| ☐ 24X משקולות דייג במשקלים שונים (50 ג', 100 גרם, 250 גרם ו-500 גרם) – ערכה של כל ארבעת המשקלים לכל קבוצה | ☐ 6X משאבות לבלונים |
| ☐ 30X בלונים (בלון לתלמיד) | ☐ 6X כפיות פלסטיק |
| | ☐ 6X קופסאות פלסטיק קטנות (לדוגמה, קופסאות לקיסמים) וגולות (מספר הגולות צריך להספיק כדי למלא את קופסת הפלסטיק) |
| | ☐ 6X ערכות של כל דפי העבודה של פרק 2 |

הכנות לפני השיעור

- המורה תזקק לכ 45 דקות להכנות
- למלא דליי מים
- להכין ערכת חומרים לכל קבוצה
- לצלם את דפי העבודה של פרק 2

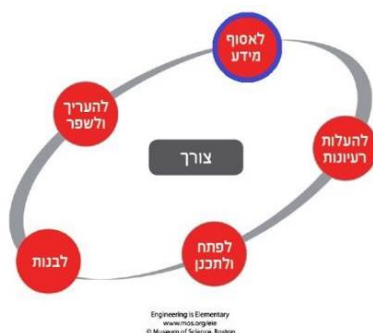
אופן העבודה בכיתה



- עבודה בקבוצות
- דיון במליאה

תקציר הפרק

מטרת הפרק היא לערוך לתלמידים היכרות עם תהליך החקר המדעי. התלמידים צריכים להתחיל לחשוב מה עליהם לדעת על מנת לעמוד בהצלחה במשימת האתגר ההנדסית (שלב איסוף המידע, המוצג לראשונה בקצרה בפרק 1). התלמידים יעלו שאלות וינסו למצוא להן תשובות באמצעות ביצוע ניסויים, ובעקבותיהם איסוף ומיון של המידע. באמצעות תהליך זה התלמידים ירכשו את הידע המדעי הדרוש לתכנון ולבנייה של רפסודה.



2.1 פתיחה – תהליך חקר מדעי – עבודה בקבוצות/דיון בכיתה – 30 דק'

המורה תסקור בקצרה את פרק 1 ותזכיר לתלמידים את משימת האתגר ההנדסית (תכנון ובנייה של רפסודה), שאיתה הם צריכים להתמודד. המורה תזכיר גם את המסקנות שאליהם הגיעו התלמידים בפעילות 'שוקע או צף' בפרק 1 (שקיעה או ציפה אינם תלויים רק במשקל החומר או החפץ). אחר כך תשאל המורה: יש גופים כבדים שצפים, בעוד גופים כבדים פחות ששוקעים. למה לדעתכם זה קורה? על המורה לעודד את התלמידים לחשוב על שאלות שהם זקוקים לקבל עליהן תשובות על מנת לפתור את המשימה ההנדסית. התלמידים יתבקשו לכתוב את השאלות בדף עבודה 1 פרק 2. לאחר מכן תערוך המורה דיון בכיתה ותבקש מהתלמידים לעזור לה לקבוע אילו שאלות דחופות יותר לשם פתרון הבעיה ואילו פחות. המטרה המרכזית של הפעילות היא לעודד את התלמידים לשאול שאלות.

השאלות המרכזיות החשובות לעניינו הן:

- מה מונע מגוף לשקוע לקרקעית?
- האם המים מפעילים כוח על הגוף שאנחנו שמים בתוכם? אם כן, כיצד הכוח הזה פועל?
- האם יש קשר בין משקל ונפח הגוף (גודל) ובין יכולת הציפה שלו?

ניתן להשתמש במילה 'גודל' במקום במילה 'נפח' במקרים שבהם מושג הנפח אינו כלול בתוכנית הלימודים. בכל מקרה, חשוב להבהיר שנפח של גוף הוא יחידה כמותית פיזיקלית קבועה, בעוד שגודל הוא מושג סובייקטיבי.

ברגע שהמורה והתלמידים נסחו את השאלות החשובות ביותר לעניינו, ניתן להתחיל לנסות לענות עליהן. השאלה השלישית, לדוגמה, היא הזדמנות טובה במיוחד כדי להבהיר לתלמידים שההחלטה מהם המשתנים התלויים ומהם המשתנים הבלתי תלויים היא חלק חיוני מכל תהליך של חקר מדעי. המשתנים הבלתי תלויים מייצגים את הערכים שאנו משנים (לדוגמה משקל או נפח), בעוד המשתנים התלויים הם התוצאות הנצפות (לדוגמה צף/שוקע) בעקבות השינוי של המשתנים הבלתי תלויים. על התלמידים להציע מספר משתנים העשויים להשפיע על התוצאות לכל שאלה (ר' טבלה 2.1 של דף עבודה אחד פרק 2). הדבר מעניק למורה הזדמנות להצביע על התפיסות השגויות הרווחות בקרב התלמידים בנוגע לציפה/שקיעה. לבסוף, המורה תבקש מהתלמידים להציע כיצד הם יכולים לבדוק את ההשערות שלהם נכונות או שגויות. שאלה זו היא הקדמה לפעילויות שיתבצעו בתת-סעיפים 2.2 עד 2.6.

2.2 היכרות עם כוח הציפה – פעילות בקבוצות – 10 דק'

התלמידים ישתמשו במד הכוח כדי לשקול ארבע משקולות דייג מחוץ למים ובתוך המים. המורה תיתן לכל קבוצה מד כוח וארבע משקולות במסות שונות, ותבקש מהם למדוד אותן מחוץ למים ולרשום את התוצאות. לאחר מכן תשאל המורה את התלמידים מה ההשערה שלהם לגבי תוצאות השקילה של משקולות הדייג בתוך המים. בשלב זה התלמידים יתבקשו לשקול את משקולות הדייג בתוך המים ולרשום את התוצאות, ולאחר מכן לנסות להסביר את ההבדלים – טבלה 2.2 בדף עבודה 2 פרק 2 נועדה כדי לרשום את תוצאות הניסוי.

התוצאות תהיינה נמוכות יותר כשמשקולות הדייג ימצאו בתוך המים. דבר זה ייתן רק אם כוח הפועל כלפי מעלה מופעל על הגוף בתוך המים (כוח הציפה). בשני הניסויים מושך החפץ את מד הכוח כלפי מטה בגלל כוח המשיכה (המשקל שלו). אך בניסוי השני, יש לנו כוח נוסף הפועל על הגוף כלפי מעלה (כוח הציפה) מושגים אלו יתבהרו בניסוי בתת-סעיף הבא.

2.3 ציפה – נפח (גודל), קשר בלתי נפרד – פעילות בקבוצות – 10 דק'

המורה תספק לכל תלמיד בכל אחת מהקבוצות בלון. כל תלמיד יתבקש לנפח את הבלון שלו קצת ולהטביע אותו במים. המורה תשאל את התלמידים מה לדעתם יקרה אם הם ינפחו את הבלון עוד יותר. לאחר מכן התלמידים ינפחו את הבלון עוד קצת ויחזרו על התהליך פעמיים או שלוש, כשבכל פעם הבלון קצת יותר מנופח. המורה תשאל את התלמידים על הקשר בין הגדלת נפח הבלון והגידול בכוח הציפה. ר' **בדף עבודה 3 פרק 2** פרטים נוספים על הניסוי.

כאשר התלמידים דוחפים את הבלון לתוך המים, הם יכולים לחוש בדחיפה כלפי מעלה של כוח הציפה. ככל שהתלמידים ינפחו את הבלון, כך הם יתקשו יותר להטביע אותו. הדבר מורה על כך שהכוח הדוחף כלפי מעלה גדל. ניתן להסיק מכך שכוח הציפה תלוי ישירות בהגדלת נפח הגוף. **ככל שהנפח של הגוף השקוע בתוך המים גדל, כך גדל גם כוח הציפה.**

יש לחזור על שני הניסויים לאחר הפחתה של כמות המים במכל. מטרת הניסוי באופן החדש היא להראות שהציפה אינה תלויה בכמות המים שבתוכה מטביעים את הגוף. אם אין אפשרות לחזור על הניסוי, על המורה לוודא שהתלמידים אינם סבורים שהגדלת כמות המים שבהם הגוף שקוע היא זו שאחראית לגידול בכוח הציפה. **כוח הציפה אינו תלוי בכמות המים שבהם החפץ או החומר שקועים.**

בשני הניסויים הראשונים התלמידים יכירו בקיומו של כוח הדוחף כלפי מעלה שמפעילים המים על כל גוף המונס לתוכם. הם גם ייווכחו לדעת, באמצעות ניסוי וטעייה, שכוח הציפה תלוי בנפח הגוף. בתת-הסעיפים הבאים התלמידים יערכו ניסויים נוספים שיבהירו את המושגים 'משקל' ו'נפח', ואת האופן שבו הם משפיעים על הציפה והשקיעה.

2.4 שינוי המשקל – עבודה בקבוצות – 15 דק'

המורה תבקש מהתלמידים לשער מה יקרה אם הם יניחו קופסת פלסטיק קטנה מלאה בגולות בתוך מכל המים. לאחר שהתלמידים סיימו לערוך את הניסוי ולרשום את הממצאים, המורה תבקש מהתלמידים לשער מה יקרה אם הם יחזרו על התהליך פעמיים או שלוש נוספות, אבל בכל פעם יקטינו את מספר הגולות שבתוך קופסת הפלסטיק. בכל פעם שהתלמידים מבצעים את הניסוי, עליהם לרשום את התוצאות שקבלו. המורה תשאל את התלמידים אילו משתנים נשארו קבועים, אילו משתנים השתנו, וכיצד הם השפיעו על היכולת של הגופים לצוף או לשקוע. **לפירוט הניסוי ר' דף עבודה 4 פרק 2.**

כשקופסת הפלסטיק מלאה בגולות, היא תשקע, מפני שמשקל הקופסה גדול מכוח הציפה שמפעילים המים על הקופסה. כשהתלמידים מוציאים גולות מהקופסה, הם מפחיתים את משקל הקופסה, בעוד שנפח הקופסה נשאר קבוע. בנקודה מסוימת (כאשר התלמידים מוציאים מספיק גולות מהקופסה), כוח הציפה ישתווה למשקל הקופסה, ואז הקופסה תצוף. עם זאת, חלק מהתלמידים עלולים לחשוב שכוח הציפה צריך להיות גדול ממשקל הקופסה על מנת שהקופסה תצוף. במצב כזה, על המורה לשאול: אם כוח הציפה (הכוח הפועל כלפי מעלה) גדול ממשקל החפץ או החומר (הכוח הפועל כלפי מטה), מדוע הגוף אינו נפלט מהמים? כוח העילוי של המים פועל רק כאשר הגוף נמצא בתוכם. כאשר הגוף נדחף למעלה ומתחיל "לבצבץ/לצוף" מעל המים כוח העילוי קטן וקטן עד שהוא משתווה לכוח המשיכה.

2.5 שינוי הנפח (הגודל) – עבודה בקבוצות – 15 דק'

התלמידים יכניסו את הגולות שבהם הם השתמשו בניסוי 3 לתוך בלון מרוקן ויסגרו את פיית הבלון בעזרת מהדק נייר. הם יתבקשו לשער מה יהיו התוצאות של כל אחד משלבי הניסוי. לאחר מכן הם יניחו את הבלון בתוך מכל המים. בשלב זה התלמידים ינפחו את הבלון, יסגרו את הפייה בעזרת מהדק נייר (כדאי ללפף קצת את פיית הבלון לפני הסגירה עם המהדק), ויניחו את הבלון בתוך המים. בשלב

האחרון המורה תשאל את התלמידים אילו משתנים נותרו קבועים, אילו השתנו, וכיצד הדבר השפיע על היכולת של הגופים לצוף או לשקוע. לפירוט הניסוי, ר' **דף עבודה 5 פרק 2**.

בשלב הראשון הבלון המלא בגולות ישקע לקרקעית המכל, מכיוון שמשקל הבלון גדול מכוח הציפה המופעל על ידי המים. כאשר הבלון, המלא בגולות, מנופח למלא גודלו, הוא יצוף. הדבר מתרחש מפני שנפח הבלון וכוח הציפה המופעל עליו השתנו.

ניסוי 2.5 בנוסח מעט שונה

התלמידים ישימו במכל את הבלון המלא בגולות עם תוספת של מעט מים (או חומץ) לאחר מכן הם יתבקשו לשים באותו בלון קצת אבקת אפייה מקופלת בקפידה בתוך מפית נייר, לסגור את פיית הבלון בעזרת מהדק נייר, להכניס אותו שוב למים, ולראות מה יקרה. (אבקת אפייה + מים יוצרים גז אשר ינפח את הבלון). לאחר מכן התלמידים יתבקשו להסביר את תוצאות הניסוי.

אם המורה בוחרת לבצע את פעילות 2.5 בנוסח השני, עליה לשנות קצת את שלבים 3 ו 4 בדף **עבודה 5 פרק 2**.

הבלון המלא בגולות ישקע תחילה מפני שמשקלו גדול מכוח הציפה המופעל על הבלון על ידי המים. אבל ברגע שהמפית תירטב, תתרחש תגובה כימית בין המים לאבקת האפייה. התגובה הזאת תיצור גז אשר ינפח את הבלון. כתוצאה מכך נפח הבלון יגדל בהדרגה, ובהתאם גם כוח הציפה. כאשר כוח הציפה נעשה גדול ממשקל הבלון, הבלון מתחיל לנוע לעבר פני המים. כשהבלון מגיע לפני המים, נפח הבלון נעשה קטן ויותר וכך גם כוח הציפה (ר' ניסוי) בשלב מסוים, כוח הציפה ומשקל הבלון משתווים ואז הבלון צף.

2.6 הסבר לתוצאות – עבודה בקבוצות – 10 דק'

המורה תבקש מהתלמידים לקחת קופסה מלאה למחצה בגולות ביד אחת, וגולה אחת ביד שנייה, לשים את הקופסה ואת הגולה הבודדה בתוך המים בו-זמנית, ולראות מה יקרה. לאחר מכן המורה תבקש מהתלמידים להסביר את הממצאים. לנוסח המלא של הניסוי, ר' **דף עבודה 6 פרק 2**. על מנת להסביר את הממצאים, על התלמידים להשתמש בידע שהם רכשו בניסויים הקודמים. הדבר גם יאפשר למורה לבחון באיזו מידה התלמידים הפנימו את הנלמד.

הגולה היחידה תשקע ואילו הקופסה תצוף. משקל הקופסה המלאה למחצה בגולות אמנם עולה על משקל הגולה הבודדה, אבל לקופסה יש גם נפח גדול יותר מאשר לגולה הבודדה. פירוש הדבר הוא שקופסת הפלסטיק יכולה לתפוס את מקומה של כמות גדולה יותר של מים מאשר הגולה היחידה. כתוצאה מכך כוח הציפה המופעל על הקופסה גדול מכוח הציפה המופעל על גולה יחידה. כך שבמקרה של קופסת הפלסטיק, כוח הציפה שווה למשקל הקופסה (המלאה למחצה בגולות) והקופסה צפה. הדבר לא יקרה במקרה של גולה יחידה. או, אם לסכם את העניין בקצרה: הקופסה אמנם כבדה יותר מהגולה היחידה, אבל משקלה קטן יותר ביחס לגודלה בהשוואה לזה של הגולה היחידה.

עצות בנוגע לפעילויות 2.2 עד 2.6

- המורה תזדקק לכ- 45 דקות כדי להכין את החלק הזה של היחידה.
- יש לארגן את הכיתה בקבוצות של 4-5 תלמידים, בהתאם למספר התלמידים בכיתה.
- המורה תעודד את החברים בכל קבוצה לפעול בשיתוף ולהחליף דעות בכל שלב של הפעילות.
- אם הזמן המוערך לפעילויות אינו מספיק כדי לכלול את הניסוי האחרון (תת-סעיף 2.6), המורה יכולה להדגים את הניסוי בפני כל הכיתה במקום להניח לקבוצות לערוך את הניסוי בעצמן. עם זאת, עליה להקפיד להסביר את התוצאות ולוודא שהתלמידים אכן הבינו את ההסברים.

2.7 סיכום – דיון במליאה – 30 דק'

בסוף פעילויות 2.2 עד 2.6 תבקש המורה מהתלמידים לבחון את טבלה 1.1 **מדף עבודה 1 פרק 1** ('שוקע או צף') ולשקול שוב ההשערות שרשמו. המורה תבקש מהתלמידים לבחור 2-3 חפצים מהרשימה (עם עדיפות לחפצים שלגביהם ההשערות שלהן התגלו כשגויות), ולנסות להסביר מדוע הגופים האלו התנהגו כפי שהם התנהגו. לפירוט נוסף, ר' **דף עבודה 7 פרק 2**. יש לצפות מתלמידים בסיום הפרק להבין שקיים כוח הפועל כלפי מעלה המופעל על כל גוף המונח במים (כלומר, כוח הציפה), המגדיל את הנפח השקוע של הגוף. אם משקל הגוף גדול מכוח הציפה, הגוף ישקע. כאשר כוח הציפה משתווה למשקל, החפץ יצוף. ניתן לצפות גם שתלמידים יפנימו את תהליך החקר שכולל העלאת השערות, בדיקה שלהן באמצעות ניסויים, ניסיון לתת הסבר לתוצאות והגעה למסקנות. לבסוף המורה תשאל את התלמידים מה עליהם לקחת בחשבון בנוגע לתכונות (במונחים של נפח ומשקל) של החומרים שהם צריכים לבחור על מנת לבנות את הרפסודה בפרק 3. המורה צריכה לוודא שהתלמידים הפנימו שניתן לקיים את התנאי **כוח הציפה = משקל** כאשר הרפסודה קלה ככל האפשר ובזמנית הנפח שלה (הגודל) גדול ככל האפשר. בסוף פרק זה (כמו בפרק 1) ניתן לבקש את התלמידים לזהות באיזה שלב של תהליך התיכון ההנדסי הם עסקו עד עכשיו. הנה נוסח לדוגמה לשאלה מנחה: "תחשבו על העבודה שלכם בפרק 2. האם יש קשר לדעתכם בין מה שעשיתם ובין אחד השלבים של תהליך התיכון ההנדסי? אם כן, באיזה שלב מדובר?"

פרק 3 – כאן בונים! תכנון ובנייה של רפסודה

משך השיעור: 175 דק'



מטרות. בשיעור זה התלמידים ילמדו:

- כדי לפתור בעיות הנדסיות, מהנדסות ומהנדסים משתמשים בתהליך רב-שלבי הנקרא תהליך התיכון ההנדסי.
- שכדי לתכנן ולבנות פתרון שימושי לבעיה הנדסית, המהנדסות נעזרות בעקרונות המדעיים (הפיזיקליים) המונחים ביסוד הבעיה;
- שניתן לבנות את הרפסודה בכמה דרכים שונות ומכמה חומרים שונים, ושלא לכל בעיה הנדסית יש פתרון אחד ויחיד.

חומרים ל 30 תלמידים (שש קבוצות של חמישה תלמידים):

- | | |
|--|--|
| ☐ 12X בקבוקי פלסטיק (2 לקבוצה) | ☐ 6X מסקינגטייפ |
| ☐ 240X אזיקונים (40 לקבוצה) | ☐ 6X חבלים או חוטי דייג |
| ☐ 36X צינורות פלסטיק (בקוטר 22 מילימטר ובאורך 40 סנטימטר. 6 צינורות לקבוצה) | ☐ 180X כוסות קלקר (30 לכל קבוצה) |
| ☐ 6X לוחות דקים של פוליגל או קאפה חתוכים ל-4 (40X10 סנטימטר כל אחד) | ☐ 6X חתיכות של רשת פלסטיק (40X40 סנטימטר) |
| | ☐ עפרונות ומרקרים בלתי מחיקים |
| | ☐ 6X זוגות מספריים |
| | ☐ 6X סרגלים |
| | ☐ 6X ערכות כל דפי העבודה של פרק 3 |



אופן העבודה בכיתה:

- פעילות בקבוצות
- דיון במליאה

הכנות לפני השיעור:

- לארגן את החומרים לשיעור
- למלא את המכלים במים
- לצלם את דפי העבודה של פרק 3
- אם צריך, לקרוא את "דף הנחיות לבניה" (הוראות לבניית רפסודה) בנספחים



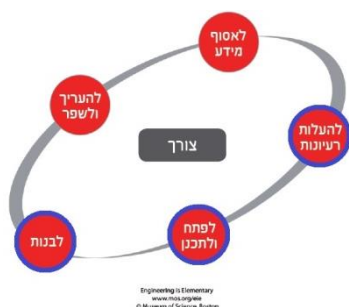
רעיונות מרכזיים:

- להתנסות באופן שבו עובדים מהנדסים
- לתכנן ולבנות רפסודה



תקציר הפרק

בפרק הנוכחי התלמידים יכירו ביתר פירוט את שלבי תהליך התיכון ההנדסי, ויישמו אותו כדי להתמודד עם משימת האתגר ההנדסית ביחידה זו. השלבים הם: **שלב איסוף המידע**, הכרוך בהעלאת שאלות אשר נוגעות לבעיה שמוצגת ביחידה ויסייעו בפתרונה. **שלב העלאת הרעיונות**, הדורש מאיתנו להעלות רעיונות לפתרונות אפשריים; **שלב התכנון**, הדורש מאיתנו להחליט מהו הפתרון ההולם ביותר, האם כדאי לנו לשלב כמה רעיונות לרעיון אחד, לשרטט כיצד ייראה שלב הבניה, להחליט מה יחשב בעינינו להצלחה (הדרישות מהתוצר), ולחשוב אילו חומרים דרושים לנו בשלב הבניה. **שלב הבניה**, הדורש יישום של הפתרון כפי שתכננו אותו. **ושלב ההערכה והשיפור**, המחייב אותנו לבדוק אם התוצר שבנינו אכן עומד בדרישות שהצבנו בתחילה, וכיצד, אם בכלל, ניתן לשפר את הפתרון. כחלק מהתהליך, התלמידים יצטרכו להשתמש בידע המדעי שהם רכשו בפרק 2.



3.1 פתיחה – עבודה בקבוצות/דין במליאה – 15 דק'

התלמידים ימשיכו לעבוד באותן קבוצות שבהן הם השתתפו בפרקים הקודמים. המורה תזכיר לתלמידים את שתי המסקנות מסוף פרק 2: ניתן למלא את התנאי **כוח הציפה = משקל** כאשר הרפסודה **קלה ככל האפשר ביחס לגודלה, וגדולה ככל האפשר ביחס למשקלה**. אם המשקל גדול מכוח הציפה, הגוף ישקע. כאשר הנפח השקוע של הגוף גורם למים להפעיל כוח ציפה השווה למשקלו של הגוף, הגוף יצוף. המורה תחזור על משימת האתגר ותציין את הנקודות המרכזיות שעל התלמידים לזכור בבואם להתמודד עם המשימה. כחלק מההכנות לקראת ההתמודדות עם משימת האתגר המרכזית, המורה תחזור על תהליך התיכון ההנדסי, והפעם תפרט כל שלב.

1. שלב איסוף המידע

מה הבעיה?

איזה סוג של חומרים עומדים לרשותנו?

מה אנחנו יודעים על העקרונות המדעיים העומדים ביסוד הבעיה?

מה האילוצים והמגבלות שלנו?

מהן הדרישות מהתוצר שבהן הוא צריך לעמוד כדי שנצליח לפתור את משימת האתגר?

2. שלב העלאת הרעיונות

מה הפתרונות האפשריים למשימת האתגר?

דין וסיעור מוחות כדי לחשוב על פתרונות מוצלחים.

בחירת הפתרון שנראה כמוצלח ביותר.

3. שלב התכנון

שרטוט תרשים של הפתרון המוצע.

עריכת רשימת החומרים שלהם נזדקק בשלב הבנייה.

4. שלב הבנייה

מימוש הפרויקט על פי ההנחיות והתרשים שעשינו בשלב התכנון.

בדיקת הפרויקט על סמך תנאי הסף שהצבנו לעצמנו בשלבים הקודמים.

5. שלב ההערכה והשיפור

כיצד ניתן לשפר עוד יותר את התוצר שלנו?

האם הרעיון לשיפור אכן שיפר את התוצר? האם התוצר שלנו פועל טוב יותר עכשיו?

3.2 שלב איסוף המידע – פעילות בקבוצות – 10 דק'

המטרה של הפעילויות בסעיפים 3.2 עד 3.6 היא בנייה של רפסודה באמצעות יישום של תהליך התיכון ההנדסי. בתת-סעיף 3.2 המורה תשאל את התלמידים מה הם כבר למדו, ותבקש מהם לשאול שאלות לגבי דברים נוספים שהם צריכים לדעת על מנת להיות מצויים כהלכה לקראת השלבים הבאים. לאחר מכן המורה תחלק לקבוצות את **דף עבודה 1 פרק 3 (שלב איסוף המידע)**. הדף יעזור לתלמידים להתמקד במידע הרלוונטי ולשקול את האילוצים והמגבלות (לדוגמה, אילו חומרים עומדים לרשותם?). תלמידי הכיתה, בשיתוף עם המורה, צריכים להחליט מהן הדרישות מהרפסודה, שעמידה בהן תורה על כך שעמדנו בהצלחה במשימת האתגר. נקודה חשובה נוספת בהצבת הדרישות היא שהן חלות על כל אחת מהקבוצות, בלי יוצא מהכלל. הנה כמה רעיונות לדרישות מהתוצר (הרפסודה):

- הרפסודה מוכרחה לצוף.
- כאשר הרפסודה עמוסה (בהתאם למה שהוחלט במליאה) שפת הרפסודה צריכה לבלוט 10 סנטימטרים לפחות מעל פני המים.
- הרפסודה מוכרחה להיות יציבה ולא להתהפך כתוצאה מכל גל.
- הרפסודה צריכה להכיל אמצעי בטיחות כדי למנוע את החלקת המטען למים.

בשלב זה המורה תחלק את החומרים (ר' רשימת חומרים) לכל אחת מהקבוצות, ותסביר לתלמידים שהם לא מוכרחים להשתמש בכל החומרים, מאחר ואין פתרון אחד ויחיד לבעיה. המורה צריכה לעודד את הקבוצות לשלב בין חומרים על מנת להגיע לפתרון משביע רצון שיעמוד בדרישות שנקבעו.

3.3 שלב העלאת רעיונות – פעילות בקבוצות – 10 דק'

עכשיו המורה תמשיך לשלב השני בתהליך התיכון ההנדסי (שלב העלאת הרעיונות). המורה תעודד את הקבוצות להעלות פתרונות אפשריים לבעיה בעזרת **דף עבודה 1 פרק 3 (שלב העלאת הרעיונות)**. התלמידים ידונו בקבוצות בהצעות, ואפילו ישרטטו תרשים ראשוני של הרפסודה. על התלמידים בקבוצה להחליף רעיונות ולעבוד בשיתוף פעולה כדי להגיע להחלטה כיצד להשתמש בחומרים שהמורה העמידה לרשותם.

3.4 שלב התכנון – פעילות בקבוצות – 10 דק'

כעת התלמידים יעברו לשלב השלישי בתהליך התיכון ההנדסי (שלב התכנון). כל קבוצה תחליט מה לדעתה הרעיון המוצלח ביותר שהוצע בשלב העלאת הרעיונות כדי לפתור את משימת האתגר ההנדסית. לפני המעבר לשלב הבנייה, על התלמידים לבחון היטב את החומרים העומדים לרשותם, לדון בבעיות אחרונות שעוללות להתעורר בשלב היישום, ולבסוף לשרטט תרשים נוסף, הפעם מפורט יותר, של הרפסודה. בתרשים זה עליהם לרשום את החומרים (לשם כך יש להשתמש **בדף עבודה 1 פרק 3 – שלב התכנון**). בשלב התכנון התלמידים צריכים תמיד לזכור גם את האילוצים והמגבלות שלהם וגם את הדרישות מהרפסודה. על המורה להבהיר לתלמידים שהתרשים ישמש כתוכנית הנדסית שתנחה אותם בשלב הבנייה. עם זאת, חשוב להדגיש שהתלמידים לא צריכים להשקיע יותר מדי זמן בתרשים, מאחר ושלב הבנייה עצמו מצריך זמן רב.

3.5 שלב הבנייה – פעילות בקבוצות – 75 דק'

לאחר שהמורה תסכם בקצרה את שלושת השלבים הקודמים של תהליך התיכון ההנדסי, היא תאפשר לתלמידים להתחיל בשלב הבנייה. במהלך שלב זה על כל קבוצה לפעול על פי התרשים שהיא שרטטה בשלב הקודם. חשוב שכל התלמידים בקבוצה יהיו מעורבים ככל האפשר בכל היבט של תהליך הבנייה. כדי לבצע את שלב הבנייה בהצלחה דרושים כמה מיומנויות טכניות כמו חיתוך וחיבור. חשוב שהמורה תקדיש זמן לרכישת אותן מיומנויות. מדריך קצר בנושא מופיע בנספח **דף הנחיות לבנייה**. על התלמידים להיעזר גם **בדף עבודה אחד פרק 3 (שלב הבנייה)**. בסיום העבודה, תניח כל קבוצה את הרפסודה שלה במכל כדי לבדוק אם היא צפה ואכן עומדת בדרישות שנקבעו.

3.6 שלב ההערכה והשיפור – פעילות בקבוצות – 45 דק'

בשלב האחרון של תהליך התיכון ההנדסי, שלב ההערכה והשיפור, התלמידים מכניסים שיפורים בדגם שלהם. המורה תחלק לתלמידים את **דף עבודה 1 פרק 3 (שלב ההערכה והשיפור)**. על המורה להבהיר גם לתלמידים שהדרישות שנקבעו בתחילה הם הדרישות המינימליות, כך שגם אם הדגם עומד בדרישות, תמיד יש מקום לשיפור. חשוב גם להבהיר שאימוץ רעיון מוצלח של קבוצה אחרת אינו "גניבה", אלא מעשה לגיטימי, ושכל אחד רשאי לאמץ רעיונות שמוצאים חן בעיניו. כאשר כל קבוצה תסיים להכניס את השיפורים בדגם שלה, הם מוזמנים לבחון אותו שוב.

התלמידים יזדקקו להנחיות של המורה במהלך כל שלב הבנייה. אם המורה מרגישה שישנם היבטים מסוימים שהיא אינה חשה בנוח איתם מבחינה בטיחותית, עליה להימנע מהם.

אם הפריטים שנועדו לשמש כמטען על הרפסודה אינם נכללים ברשימת החומרים. על התלמידים להחליט מה הפריטים שהם רוצים לכלול ברשימת המטען ולהביא אותם מהבית לפני השיעור הנוכחי.

הרפסודה תיחשב להצלחה אם היא עמדה בכל הדרישות שנקבעו. הרפסודה המוצלחת ביותר תהיה זו שנושאת את המטען בצורה המוצלחת ביותר. כדי להגיע להחלטה מי היא הרפסודה המוצלחת ביותר, ניתן לקבוע שיטת חישוב שעל פיה כל פריט נוסף במטען (או כל פריט מאותו סוג: לדוגמה, ספר) מזכה את התוצר בנקודה נוספת.

3.7 סיכום – דיון במליאה – 10 דק'

בסוף הפרק התלמידים צריכים להבין שתהליך התיכון ההנדסי מורכב מכמה שלבים שנועדו לתת את הפתרון המוצלח ביותר למשימת האתגר בנסיבות הקיימות. על המורה לסקור את הפעילויות בתת-סעיפים 3.2 עד 3.6 ולבקש מהתלמידים לבחון את הביצועים שלהם בכל אחד מהשלבים. על המורה להדגיש גם שמהנדסים ומהנדסות נסמכים על ידע מדעי כדי למצוא פתרונות מוצלחים. המורה תשאל את התלמידים האם הם חושבים שהידע שרכשו בפרק 2 סייע להם בבניית הרפסודה. על המורה גם להדגיש שאף על פי שהרפסודות שבנו שונות זו מזו, כולן עמדו בדרישות ואין פתרון אחד ויחיד למשימת האתגר. לבסוף המורה יכולה לבקש מהתלמידים להציע שימושים נוספים לרפסודה.

פרק 4 – אז איך הלך לנו? האם עמדנו בהצלחה במשימת האתגר?

משך השיעור: 120 דק'



מטרות

- התלמידים ילמדו להעריך ולשפר את הרפסודה שהם בנו.
- התלמידים ילמדו להציג את הפרויקט שלהם בפני קהל.
- התלמידים יוכלו לעשות הקשרים בין התוכן המדעי שלמדו לבין המשימה ההנדסית שמוצבת בפניהם.

חומרים (ל 30 תלמידים):

- ☐ חבילה של מרקרים צבעוניים לכל קבוצה
- ☐ בלוק נייר גדול
- ☐ כן ציור
- ☐ דף עבודה 1 פרק 4



אופן העבודה בכיתה:

הכנות לפני השיעור

- להכין את החומרים
- להדפיס את דף העבודה של פרק 4
- להדפיס צילומים של הפעילות המסכמת (ר' בנספחים)
- עבודה בקבוצות
- דיון במליאה



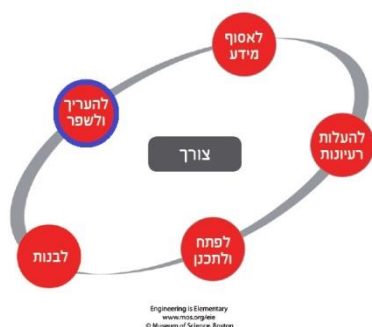
רעיונות מרכזיים:

- הצגה טובה של פרויקט בפני קהל היא מיומנות שצריך ללמוד אותה
- קיים קשר הדוק בין מדע להנדסה.



תקציר הפרק

הפרק נועד לעזור לתלמידים להבין כיצד להשתמש בתהליך התיכון ההנדסי כדי לפתור בעיות הנדסיות נוספות, ובכך להטמיע את תהליך התיכון ההנדסי ולהפוך אותו לחלק נפרד מהדרך למצוא פתרון לאתגרים הנדסיים, שאנחנו עשויים להיתקל בהם בחיי היומיום. בסוף פרק 4 התלמידים יצטרכו לרכוש את המיומנויות הדרושות להצגת העבודה שלהם בפני קהל. בנוסף, אנו מצפים שהתלמידים יבינו את העקרונות המדעיים הבסיסיים המונחים ביסוד הבעיה, וירחיבו את הבנתם לתופעות דומות. לדוגמה, כיצד ספינות שטות, או כיצד צוללות שוקעות ועולות חזרה אל פני המים.



4.1 פתיחה – סקירה של תהליך התיכון ההנדסי – פעילות בקבוצות/דיון בכיתה – 30 דק'

המורה תסקור בקצרה את פרקים 1-3, ותציין את המסקנות שאליהן הגיעו התלמידים בשלבים הקודמים. המורה תיזום דיון שיעודד את התלמידים לחשוב על היבטים שונים של התהליך שהם עברו. התלמידים יתבקשו למלא את **טבלה 4.1 בדף עבודה 1 פרק 4** ואחר כך לדון בשאלה האם ניתן ליישם את תהליך התיכון ההנדסי על מנת לפתור בעיות הנדסיות נוספות. המורה תרשום על הלוח את הנקודות המרכזיות שהעלו התלמידים במהלך הדיון.

4.2 הצגת הפרויקט בפני הכיתה – עבודה בקבוצות – 60 דק'

כל קבוצה תתבקש להכין פוסטר המסביר בשלבים ברורים וקצרים את הדגם שלהם. לאחר שקבוצות יסיימו לצייר את הפוסטר, תערוך כל קבוצה מצגת קצרה בפני שאר הכיתה, שבה יישמשו הפוסטרים כאיור וכהבהרה להסבר המילולי. הפוסטרים צריכים לכלול את המידע הבא: א) מה הייתה משימת האתגר ההנדסית. ב) מה העקרונות המדעיים המונחים בבסיס הבעיה. ג) מה השלבים שהם היו צריכים לבצע על מנת להגיע לפתרון. ד) מה הבעיות שהם נתקלו בהם בשלב השיפור וההערכה של הרפסודה ומה הם בחרו לשנות. רצוי להוסיף לפוסטר ולמצגת צילומים או תמונות מהשלבים השונים של תהליך הפיתוח והבנייה.

4.3 סיכום – דיון במליאה – 15 דק'

לקראת סוף השיעור המורה תקל על הרחבת הידע הנרכש ביחידה זו לאתגרים ולבעיות נוספים, באמצעות הרחבת הקשר בין העקרונות המדעיים המונחים בבסיס היחידה (עקרונות הציפה והשקיעה) ותחומים קרובים נוספים של הנדסה ימית. המורה תציג צילומים של ספינות וצוללות (ר' נספחים) ותשאל את התלמידים מדוע לדעתם הן שטות או צוללות.

- ספינות, למרות משקלן העצום, יכולות לשוט. האם אתם יכולים להסביר איך?

חלק מהספינות אמנם עצומות בגודלן, אבל הנפח השקוע שלהן גדול דיו כדי שכוח הציפה ישתוו למשקל הספינה.

- האם אתם יכולים להסביר כיצד צוללות יכולות לצלול, וכיצד הן יכולות לעלות שוב לפני המים.

באמצעות שינוי המשקל שלהן. כאשר הצוללת ממלאת את המכלים שלה במים, המשקל שלה נעשה גדול מכוח הציפה והיא שוקעת. הדבר ממשיך להתרחש עד לנקודה שבה הנפח השקוע גורם לכוח ציפה להשתוות למשקל החדש, וכך הצוללת ממשיכה לשוט בעומק שווה מתחת לפני המים.

אם מפקדת הצוללת רוצה לשנות את העומק שבו הצוללת שטה, היא יכולה להשתמש בהגאי הצוללת, בדיוק כפי שטייס עושה במטוס כדי לשנות את גובה הטיסה. כשהצוללת מרוקנת את מכלי המים, כוח הציפה גדול יותר ממשקלה החדש של הצוללת, והצוללת צפה אל פני המים. הדבר מתרחש עד לנקודה שבה הנפח השקוע החדש של הצוללת גורם לכוח הציפה להשתוות למשקלה החדש, וכך הצוללת ממשיכה לשוט על פני המים.

על המורה להדגיש גם שהתהליכים המדעיים וההנדסיים עובדים בשני הכיוונים. כלומר, המהנדסים והמהנדסות נסמכים על הידע המדעי כדי לפתור בעיות הנדסיות, בעוד שהמדענים והמדעניות נדרשים מדי פעם לענות על שאלות חדשות, שעלו במסגרת הניסיון למצוא פתרונות לבעיות הנדסיות ממשיות. כמו כן, מדענים ומדעניות תמיד נדרשים לענות על שאלות חדשות, גם בלי קשר לבעיות הנדסיות. בנוסף, מדענים עושים שימוש בכלים/ציוד/מכשירים הנדסיים/טכנולוגיים לטובת המחקר המדעי, החל ממיקרוסקופים וטלסקופים ועד מחשבים.

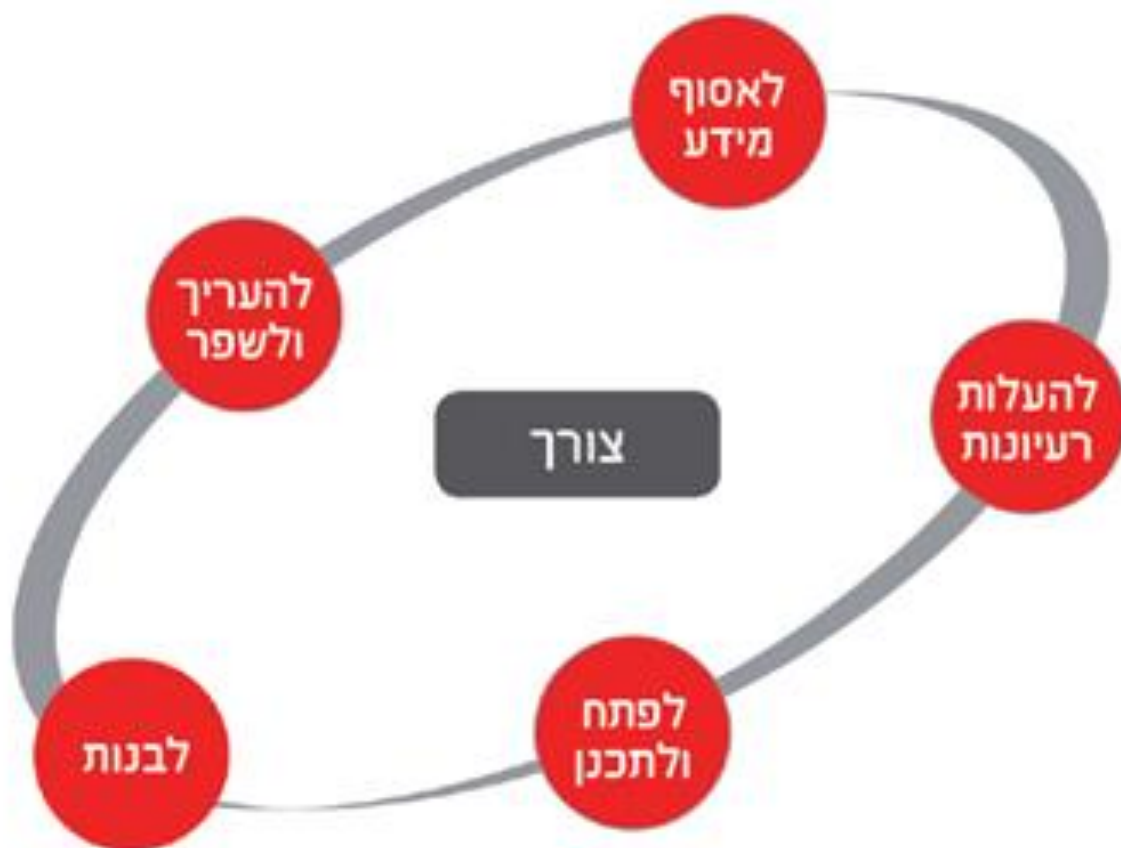
סיפור מסגרת: תכנון ובנייה של רפסודה

כרוניס והלן גרים באי היווני איקריה. מדי יום הם יוצאים לבקר באי קטן נטוש שנמצא במרחק מה מבית מגוריהם על החוף. למעשה, כרוניס, שגובהו מגיע למטר שישים, אינו צריך לשחות כדי להגיע לאי מפני שהמים לא עד כדי כך עמוקים. ובכל זאת יש להם בעיה! הם לא יכולים לקחת לאי דברים כמו ספרים, נגני MP3, פלאפונים או אוכל, מפני שאין להם סירה. הם תמיד נאלצים להשאיר את הדברים שלהם על החוף, ואז ללכת לאי או לשחות אליו, ולחזור במהירות לחוף כדי שהחפצים שלהם לא ייגנבו או ייסחפו בגאות.

יום אחד הם מצאו פתרון לבעיה. שני הילדים ביקרו אצל הדוד שלהם, שעובד כמהנדס ימי על רפסודה באזור האי כרתים. הדוד סיפר להם על העבודה שלו והסביר בהרחבה על האופן שבו משתמשים ברפסודות כדי לבצע משימות ימיות שונות. אבל מה שבאמת הדהים את כרוניס והלן היה הגילוי שחלק מהמדעניות והמהנדסים ממש גרו על הרפסודה.

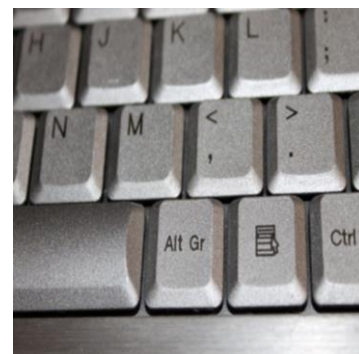
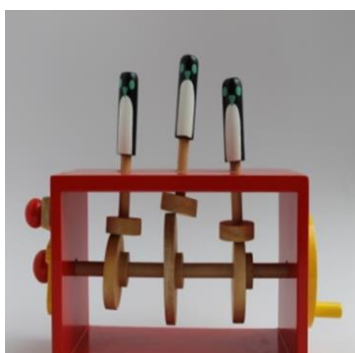
ואז היה להם רעיון! הלן הציעה לכרוניס לבנות רפסודה משלהם שתאפשר להם לקחת דברים לאי. תוך פחות משעה, הדוד הכין תרשים מפורט של הרפסודה וערך רשימה קצרה של חומרים הדרושים להקמתה.

האם הלן וכרוניס יצליחו לבנות את הרפסודה? האם אתם תצליחו לבנות רפסודה? נסו לתכנן ולבנות רפסודה. (המורה שלכם תמיד תוכל לעזור!)



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

דף עבודה 1 שיעור 0 - הנדסה או לא הנדסה?



דף עבודה 1 שיעור 0 – 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 קוצנית.

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 ההנדסה 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 ההנדסי.

דף עבודה 1 פרק 1 – מה הבעיה?

שם הקבוצה:

תאריך:

לעבודה!

1. רשמו את החומרים שלדעת חברי הקבוצה מתאימים במיוחד לבניית רפסודה.

.....

.....

.....

.....

2. אילו חומרים הציעו הקבוצות האחרות?

.....

.....

.....

.....

3. האם הקבוצות האחרות הציעו חומרים דומים (במונחים של משקל, גודל וכו')? אם כן, מהם?

.....

.....

.....

.....

4. האם הקבוצות האחרות הציעו חומרים שונים? אם כן, מהם?

.....

.....

.....

תאריך:

- כדור טניס
- בלונים
- קלקר
- קרש עץ
- בקבוק מים
- שמפו
- תפוז (והתפוז בלי הקליפה)
- יחידת סבון דקה
- דלי מלא במים
- משקה קל
- מהדק נייר
- קופסת פלסטיק מלאה-למחצה
- במהדקי נייר
- נר כדורי או גליל גדול
- פקק שעם
- פלסטלינה
- פחית שימורים של חלב
- חלוק אבן

מלאו את הטבלה

This document is produced under the EC contract № 288989

דף עבודה 1 פרק 2 – מתחילים לחקור!

שם הקבוצה:

תאריך:

אחרי הפרק הראשון בוודאי הבנתם שהמשקל אינו הגורם היחיד שמשפיע על היכולת של גוף לצוף או לשקוע. אילו גורמים נוספים משפיעים על גוף בתוך המים? האם הגורמים האלו קשורים זה לזה? אילו נתונים נוספים אתם צריכים לדעת?

לעבודה!

1. הציעו שאלות שאם תדעו את התשובות עליהן, יהיה לכם קל יותר לתכנן ולבנות רפסודה (תוך התייעצות בקבוצה).

.....
.....

2. מהן השאלות שהכיתה הגיעה לגביהן להסכמה בסופו של דבר?

.....
.....

טבלה 2.1		
שאלות החקר		
מה הייתם מנסים בתהליך הניסוי (משתנים בלתי תלויים)?	מה הייתם בוחנים או מודדים כדי לקבוע את התוצאה (משתנים תלויים)?	

דף עבודה 2 פרק 2 – היכרות עם כוח הציפה

שם הקבוצה:

תאריך:

מה אנחנו צריכים?

- משקולות דייג
- מד כוח
- מכל מים

לעבודה!

1. שער - מה לדעתכם יקרה אם תכניסו את משקולות הדיג למכל המים?

.....

2. הכניסו משקולת דיג למכל המים.

מה קורה? אילו כוחות פועלים על הגוף (=המשקולת)?

.....

3. השתמשו במד הכוח כדי לשקול כל אחת ממשקולות הדיג בנפרד. רשמו את התוצאות בטבלה 2.2.

למה מד הכוח נמתח?

.....

מה לדעתכם יהיו תוצאות השקילה בעזרת מד הכוח אם תשקלו את משקולות הדיג מתחת למים? האם התוצאות יהיו זהות/ נמוכות יותר/ גבוהות יותר? רשמו את ההשערה שלכם.

.....

4. עכשיו תלו את משקולות הדיג (אחת אחרי השנייה...) על מד הכוח, והכניסו אותן לתוך

המים עד שתהיינה מכוסות לחלוטין. רשמו את התוצאות המופיעות על מד הכוח.

מה קורה? השוו את התוצאות של התצפית הנוכחית לתוצאות התצפית הקודמת.

.....

.....

המשך דף עבודה 2 פרק 2 – היכרות עם כוח הציפה

טבלה 2.2			
משקולת דיג	משקל מחוץ למים	משקל במים	הפרש
1			
2			
3			
4			

האם יש הבדלים בין התוצאות? אם כן, האם תוכלו להסביר אותם?

.....

נניח שנחזור על התהליך, אבל נפחית את כמות המים במיכל. מה לדעתכם יהיו תוצאות הקריאה במד הכוח אם תשקלו עכשיו את משקולות הדיג בתוך המים? האם התוצאות יהיו זהות/ נמוכות יותר/ גבוהות יותר? רשמו את השערותיכם.

.....

אם אתם לא בטוחים, תמיד אפשר לבדוק. ניסוי עם כמות קטנה יותר של מים יספק לכם את התשובה.

דף עבודה 3 פרק 2 – ציפה ונפח (גודל), קשר בלתי נפרד

שם הקבוצה:

תאריך:

מה אנחנו צריכים?

- בלון
- מכל מים

לעבודה!

1. נפחו קצת את הבלון. מה לדעתכם יקרה אם תנסו לדחוף את הבלון מתחת למים? האם הוא ישקע או לא?

.....

2. נסו להטביע את הבלון בתוך המים. האם אתם מצליחים לעשות זאת בקלות? מה קורה?

.....

3. אם תנפחו את הבלון עוד קצת, מה לדעתכם יקרה אם תנסו לדחוף אותו מתחת למים? האם יהיה לכם קל יותר או קשה יותר להטביע אותו?

.....

4. נפחו את הבלון עוד קצת ודחפו אותו מתחת למים (חיזרו על התהליך 2-3 פעמים, כשבכל פעם הבלון מנופח קצת יותר). מה קורה?

.....

5. אם תחזרו על אותו ניסוי, אבל הפעם עם הרבה פחות מים בתוך המכל, מה לדעתכם יקרה? האם זה יהיה קל יותר או קשה יותר להטביע את הבלון?

.....

6. מתי קשה יותר להטביע את הבלון במים, כשהבלון מנופח יותר או כשהוא מנופח פחות? מהו הכוח שגורם לבלון לעלות? אם כן, מה לדעתכם הגורם שמשפיע על הכוח הזה?

.....

.....

דף עבודה 4 פרק 2 – שינוי המשקל

שם הקבוצה:

תאריך:

מה אנחנו צריכים?

- קופסת פלסטיק קטנה
- גולות
- מכל מים

לעבודה!

1. מה לדעתכם יקרה אם תכניסו את קופסת הפלסטיק המלאה בגולות למים?
מדוע לדעתכם זה יקרה?

.....
.....

2. הכניסו את קופסת הפלסטיק המלאה בגולות למים.
מה קורה? מדוע לדעתכם זה קורה?

.....
.....

3. מה לדעתכם יקרה אם תתחילו להקטין את מספר הגולות בקופסת הפלסטיק? למה?

.....
.....

4. הורידו בהדרגה את מספר הגולות בקופסה. בכל פעם שאתם מוציאים גולה מהקופסה,
הכניסו את הקופסה לתוך המים. רשמו את הממצאים. האם אתם מבחינים בשינוי ככל
שמספר הגולות שאתם מוציאים גדל?

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

5. איזה שינוי חל בתכונות הקופסה כאשר אתם מוציאים את הגולות?

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

דף עבודה 5 פרק 2 – שינוי הנפח (גודל)

שם הקבוצה:

תאריך:

מה אנחנו צריכים?

- בלונים
- גולות
- מהדקי נייר
- מכל מים

לעבודה!

1. מלאו את הבלון באותו מספר גולות שבו השתמשתם בדף עבודה 4.2. סגרו את פיית הבלון בעזרת מהדק נייר. מה לדעתכם יקרה אם תכניסו את הבלון למכל המים?

.....

2. הכניסו את הבלון המלא בגולות למכל המים. האם הוא צף או שוקע? מדוע?

.....

.....

3. נפחו קצת את הבלון וסגרו את הפייה בעזרת מהדק נייר. מה לדעתכם יקרה אם תכניסו עכשיו את הבלון למים?

.....

4. הכניסו את הבלון לתוך המים. האם הוא צף או שוקע? למה?

.....

.....

5. באילו מהניסויים כוח הציפה הפועל על הבלון גדול יותר - כאשר הבלון מנופח או כאשר הוא לא מנופח? איזה שינוי חל בבלון כשניפחתם אותו?

.....

.....

6. בחנו שוב את התוצאות של ניסויים 3 ו 4 וענו על השאלות הבאות: אילו תכונות, במונחים של משקל ונפח (גודל), צריכות להיות לגופים (חפצים או חומרים) כדי שהם יצופו? בחרו את התשובה או התשובות הנכונות:

- i. משקל הגוף צריך להיות קטן ביחס לנפח (גודל)
- ii. משקל הגוף צריך להיות גדול ביחס לנפח (גודל)
- iii. הנפח צריך להיות קטן ביחס למשקל
- iv. הנפח צריך להיות גדול ביחס למשקל

דף עבודה 6 פרק 2 – הסבר לתוצאות

שם הקבוצה:

תאריך:

מה אנחנו צריכים?

- קופסת פלסטיק קטנה
- גולות
- מכל מים

לעבודה!

1. קחו קופסת פלסטיק מלאה למחצה בגולות ביד אחת, וגולה בודדה ביד השנייה. הכניסו את הקופסה והגולה למים בו-זמנית. מה קורה? מדוע לדעתכם זה קורה?

.....

2. אם כך, מה לדעתכם חשוב לזכור כשרוצים לתכנן רפסודה שתוכל לשאת משקל רב ככל האפשר ועדיין להצליח לצוף?

.....

דף עבודה 7 פרק 2 – סיכום

שם הקבוצה:

תאריך:

1. בחרו את החומר או החפץ (מהרשימה בפרק 1) שלגביהם ההשערות שלכם היו שגויות. האם תוכלו להסביר עכשיו למה הגוף התנהג באופן שונה מכפי ששיערתם?

.....

.....

.....

.....

2. האם תוכלו לתאר בקצרה את התהליך שביצעתם כדי להשיג את הידע הדרוש לתכנון רפסודה מוצלחת?

.....

.....

.....

.....

.....

3. אם כן, מה לדעתכם צריך לקחת בחשבון, במונחים של תכונות חומרים (משקל, גודל, נפח) כדי לבנות רפסודה מוצלחת?

.....

.....

.....

תשובות – דף עבודה 1 פרק 2 – מתחילים לחקור!

שם הקבוצה:

תאריך:

אחרי הפרק הראשון בוודאי הבנתם שהמשקל הוא לא הגורם היחיד שמשפיע על היכולת של גוף לצוף או לשקוע. אילו גורמים נוספים משפיעים על גוף במים? האם הגורמים האלו קשורים זה לזה? מה עוד אתם צריכים לדעת?

לעבודה!

1. הציעו שאלות שאם תדעו את התשובות עליהן, יהיה לכם קל יותר לתכנן ולבנות רפסודה (תוך התייעצות בקבוצה).

.....
.....

2. מהן השאלות שהכיתה הגיעה לגביהן להסכמה בסופו של דבר?

- מה מונע מגוף צף לשקוע?
- האם המים מפעילים כוח על הגוף שאנחנו מכניסים לתוכם? אם כן, איך הכוח הזה עובד?
- האם יש קשר בין משקל ונפח הגוף (גודל) ובין יכולת הציפה שלו?

טבלה 2.1		
שאלות חקר		לדוגמה: מה הקשר בין משקל הגוף והנפח שלו (הגודל), ובין היכולת שלו לצוף?
ניסוי 1	משקל	מה הייתם מנסים בתהליך הניסוי? כדי לקבוע את התוצאה?
ניסוי 2	נפח (גודל)	מה הייתם בוחנים או מודדים כדי לקבוע את התוצאה?
		שוקע או צף
		שוקע או צף

תשובות – דף עבודה 2 פרק 2 – היכרות עם כוח הציפה

שם הקבוצה:

תאריך:

מה אנחנו צריכים?

- משקולות דייג
- מד כוח
- מכל מים

לעבודה!

1. שער - מה לדעתכם יקרה אם תכניסו את משקולות הדייג למכל המים?
הן ישקעו.

2. הכניסו את משקולת דיג למכל המים.
מה קורה? אילו כוחות פועלים על הגוף (=המשקולת)?
הן שקעו.

הכוחות הפועלים על המשקולות הם כוח הציפה וכוח המשקל.

אין ספק שהתלמידים יתייחסו למשקל, אך לא סביר שהם יזכירו את הציפה. הם עשויים להתייחס לכוח הפועל מתוך המים על האובייקט, אך קשה להאמין שיוכלו לפרט מעבר לכך.



3. קחו את מד הכוח והשתמשו בו כדי לשקול כל אחת ממשקולות הדיג בנפרד. רשמו את התוצאות בטבלה 2.2.
למה מד הכוח נמתח?
בגלל המשקל.

מה לדעתכם יהיו תוצאות השקילה בעזרת מד הכוח אם תשקלו את משקולות הדיג מתחת למים? האם התוצאות יהיו זהות/ נמוכות יותר/ גבוהות יותר? רשמו את השערותיכם.
4. עכשיו תלו את משקולות הדיג (אחת אחרי השניה...) על מד הכוח, והכניסו אותן לתוך המים עד שתהיינה מכוסות לחלוטין. רשמו את התוצאות המופיעות על מד הכוח.
מה קורה? השוו את התוצאות של התצפית הנוכחית לתוצאות התצפית הקודמת.
מד הכוח מורה על ערכים קטנים יותר כשהגוף נמצא בתוך המים מאשר כשהוא מחוץ למים.

טבלה 2.2			
משקולת דייג	משקל מחוץ למים	משקל במים	הבדלים
1			

			2
			3
			4

5. האם יש הבדלים בין התוצאות? אם כן, האם תוכלו להסביר אותם?
יש הבדלים בין התוצאות. ההבדלים נובעים מכך שכוח הציפה מופעל על הגוף בזמן שהוא שקוע במים. לכן הקפיץ פחות מתוח, דבר היוצר את הרושם שהגוף כבד פחות כשהוא נמצא בתוך המים.

6. נניח שנחזור על התהליך, אבל נפחית את כמות המים במיכל. מה לדעתכם יהיו תוצאות הקריאה במד הכוח אם תשקלו עכשיו את משקולות הדיג בתוך המים? האם התוצאות יהיו זהות/ נמוכות יותר/ גבוהות יותר? רשמו את השערותיכם.

.....
.....
אם אתם לא בטוחים, תמיד אפשר לבדוק. ניסוי עם כמות קטנה יותר של מים יספק לכם את התשובה.

הערכים שיופיעו במד הכוח יהיו זהים מכיוון שכוח הציפה אינו מושפע מכמות המים במכל.



תשובות – דף עבודה 3 פרק 2 – ציפה ונפח (גודל), קשר בלתי נפרד

שם הקבוצה:

תאריך:

מה אנחנו צריכים?

- בלון
- מכל מים

לעבודה!

1. נפחו קצת את הבלון. מה לדעתכם יקרה אם תנסו לדחוף את הבלון מתחת למים? האם הוא ישקע או לא?

.....

2. נסו להטביע את הבלון בתוך המים.
האם אתם מצליחים לעשות זאת בקלות? מה קורה?
די קשה להטביע את הבלון בתוך המים.

3. אם תנפחו את הבלון עוד קצת, מה לדעתכם יקרה אם תנסו לדחוף אותו מתחת למים? האם יהיה לכם קל יותר או קשה יותר להטביע אותו?

.....

4. נפחו את הבלון עוד קצת ודחפו אותו מתחת למים (חיזרו על התהליך 2-3 פעמים, כשבכל פעם הבלון מנופח קצת יותר).
מה קורה?

ככל שאנחנו מנפחים את הבלון יותר, כך נעשה קשה יותר להטביע אותו במים.

5. אם תחזרו על אותו ניסוי, אבל הפעם עם הרבה פחות מים במכל, מה לדעתכם יקרה? האם זה יהיה קל יותר או קשה יותר להטביע את הבלון?

מידת הקושי אינה משתנה מפני שכמות המים במכל אינה משפיעה על כוח הציפה.

6. מתי קשה יותר להטביע את הבלון במים, כשהבלון מנופח יותר או כשהוא מנופח פחות?
מהו הכוח שגורם לבלון לעלות? אם כך, מה לדעתכם הגורם שמשפיע על הכוח הזה?

ככל שאנחנו מנפחים את הבלון יותר, כך קשה יותר להטביע אותו. כוח הציפה תלוי ישירות בנפח השקוע של הגוף. ככל שהנפח השקוע גדול יותר, כך גדל כוח הציפה.

תשובות – דף עבודה 4 פרק 2 – שינוי המשקל

שם הקבוצה:

תאריך:

מה אנחנו צריכים?

- קופסת פלסטיק לקיסמים
- גולות
- מכל מים

לעבודה!

1. מה לדעתכם יקרה אם תכניסו את קופסת הפלסטיק המלאה בגולות לתוך המים? למה?

.....

2. הכניסו את קופסת הפלסטיק המלאה בגולות למים.

מה קורה? למה לדעתכם זה קורה?

הקופסה שוקעת מפני שמשקל הקופסה גדול מכוח הציפה שהמים מפעילים על הקופסה.

3. מה לדעתכם יקרה אם תתחילו להקטין בהדרגה את מספר הגולות בקופסת הפלסטיק? למה?

.....

4. הורידו בהדרגה את מספר הגולות בקופסה. בכל פעם שאתם מוציאים גולה מהקופסה, הכניסו

את הקופסה לתוך המים. רשמו את הממצאים. האם אתם מבחינים בשינוי ככל שמספר הגולות

שאתם מוציאים גדל?

כן, קופסת הפלסטיק צפה כשמוציאים מספיק גולות.

5. איזה שינוי חל בתכונות הקופסה בזמן הוצאת הגולות?

שינינו את משקל הקופסה.

תשובות – דף עבודה 5 פרק 2 – שינוי הנפח (גודל)

..... **שם הקבוצה:**

..... **תאריך:**

מה אנחנו צריכים?

- בלונים
- גולות
- מהדקי נייר
- מכל מים

לעבודה!

1. מלאו את הבלון באותו מספר גולות שבו השתמשתם בדף עבודה 4.2. סגרו את פיית הבלון בעזרת מהדק נייר. מה לדעתכם יקרה אם תכניסו את הבלון למכל המים?
.....
2. הכניסו את הבלון המלא בגולות למכל המים. האם הוא צף או שוקע? למה?
הוא שוקע, מפני שמשקל הבלון עם הגולות גדול מכוח הציפה.
3. נפחו קצת את הבלון וסגרו את הפייה בעזרת מהדק נייר. מה לדעתכם יקרה אם תכניסו עכשיו את הבלון למים?
הכניסו את הבלון למים. האם הוא צף או שוקע? למה?
הוא צף מפני שכוח הציפה שווה למשקל הבלון המלא בגולות.
4. באילו מהניסויים כוח הציפה הפועל על הבלון גדול יותר - כאשר הבלון מנופח או כאשר הוא לא מנופח? איזה שינוי חל בבלון כשניפחתם אותו?
כוח הציפה היה גדול יותר כשהבלון היה מנופח. באמצעות הניפוח שינינו את הנפח (הגודל) של הבלון.
5. בחנו שוב את התוצאות של ניסויים 3 ו 4 וענו על השאלות הבאות: אילו תכונות, במונחים של משקל ונפח (גודל), צריכות להיות לגופים (חפצים או חומרים) כדי שהם יצופו? בחרו את התשובה או התשובות הנכונות:
 - i. משקל הגוף צריך להיות קטן ביחס לנפח (גודל)
 - ii. משקל הגוף צריך להיות גדול ביחס לנפח (גודל)
 - iii. הנפח צריך להיות קטן ביחס למשקל
 - iv. הנפח צריך להיות גדול ביחס למשקל

תשובות – דף עבודה 6 פרק 2 – הסבר לממצאים

..... **שם הקבוצה:**

..... **תאריך:**

מה אנחנו צריכים?

- קופסת פלסטיק לקיסמים
- גולות
- מכל מים

לעבודה!

1. קחו קופסת פלסטיק מלאה למחצה בגולות ביד אחת, וגולה בודדה ביד השנייה. הכניסו את הקופסה והגולה למים בו-זמנית. מה קורה? מדוע לדעתכם זה קורה?
הגולה הבודדה שוקעת בעוד הקופסה צפה. במקרה של הגולה הבודדה – היא שוקעת מפני שמשקלה גדול מכוח הציפה. במקרה של הקופסה – היא צפה בגלל הנפח הגדול יותר שלה, כוח הציפה המופעל עליה שווה למשקלה, ולכן היא צפה.
2. אם כן, מה לדעתכם חשוב לזכור כשרוצים לתכנן רפסודה שתוכל לשאת משקל רב ככל האפשר ועדיין להצליח לצוף? שהמבנה צריך להיות קל ככל האפשר, ושהנפח (גודל) שלו צריך להיות גדול ככל האפשר.

תשובות – דף עבודה 7 פרק 2 – סיכום

..... **שם הקבוצה:**

..... **תאריך:**

1. בחרו את החומר או החפץ (מהרשימה בפרק 1) שלגביהם ההשערות שלכם היו שגויות. האם תוכלו להסביר עכשיו למה הגוף התנהג באופן שונה מכפי ששיערתם?
 לדוגמה הנר. אף על פי שהוא אמור לשקוע, הנר צף בגלל שהנפח השקוע שלו גדול מספיק כדי להפעיל כוח ציפה השווה למשקלו.
2. האם תוכלו לתאר בקצרה את התהליך שביצעתם כדי להשיג את הידע הדרוש לתכנון רפסודה מוצלחת?
 א. מצאנו שאלות חקר מתאימות.
 ב. ביצענו השערות לגבי תשובות אפשריות.
 ג. ערכנו ניסויים כדי לבדוק אם ההשערות שלנו נכונות או שגויות.
 ד. הגענו למסקנות בהתאם לתוצאות הניסויים.
3. אם כן, מה לדעתכם צריך לקחת בחשבון, במונחים של תכונות חומרים (משקל, גודל, נפח) כדי לבנות רפסודה מוצלחת?
 החומרים צריכים להיות קלים ככל האפשר, ואילו הנפח (גודל) צריך להיות גדול ככל האפשר, כדי לגרום לכוח ציפה השווה למשקל הגוף.

דף עבודה 1 פרק 3 – תהליך התיכון ההנדסי

שם הקבוצה:

תאריך:

לעבודה!

שלב איסוף המידע

1. על סמך המסקנות שהגענו אליהן בפרק 2, מהם הגורמים החשובים ביותר שצריכים להתקיים כדי שהרפסודה תצופ?

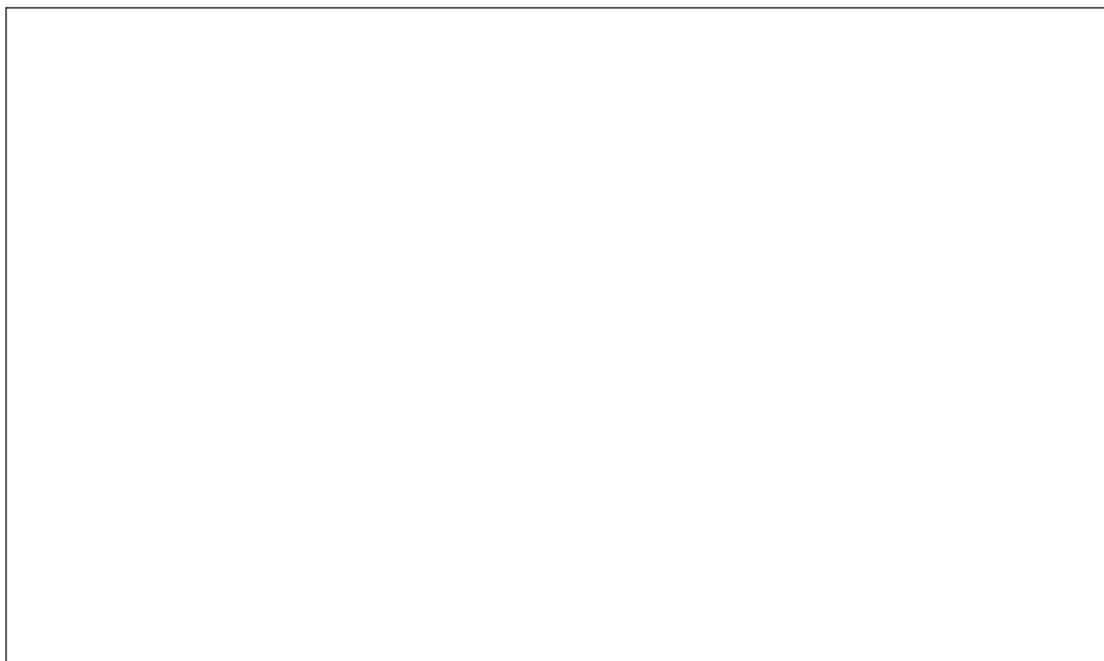
.....

2. כיצד אתם מתכוונים לבחון ולהעריך את התוצר שלכם?
 קיבעו את הדרישות שהרפסודה שלכם צריכה לעמוד בהן

.....

שלב העלאת הרעיונות

3. רשמו או שרטטו תרשים ראשוני של הפתרונות האפשריים למשימת האתגר ההנדסית שלנו.



המשך דף עבודה 1 פרק 3 – תהליך התיכון ההנדסי

שלב התכנון

4. ערכו רשימת של החומרים שבהם בחרתם להשתמש.
5. בתיבה למטה, שרטטו תרשים מפורט של הרפסודה שלכם. נסו לכלול את כל החומרים שאתם מתכוונים להשתמש בהם.



6. האם אתם חושבים, על סמך התרשים והתוכנית, שהרפסודה שלכם תעמוד בדרישות? הסבירו מדוע.

.....

.....

7. ערכו רשימה של החפצים שהייתם רוצים להעמיס על הרפסודה. החליטו על רשימת ניקוד מסודרת לכל אחד מהפריטים (לפי חשיבותם - הפריט שחשוב לכם ביותר להעבירו יקבל את הניקוד הגבוה ביותר, וכך הלאה).

החפץ	נקודות
סך כל הנקודות:	

המשך דף עבודה 1 פרק 3 – תהליך התיכון ההנדסי

שלב הבנייה

8. רשמו בטבלה הבאה את הדרישות שהתוצר שלכם צריך לעמוד בהן. אחרי שניסיתם את הרפסודה שלכם רשמו X בתיבה הנכונה.

הדרישות	הצלחה	כישלון

רשמו כאן את ניקוד המטען שלכם	
------------------------------	--

שלב ההערכה והשיפור

9. על סמך התוצאות של בדיקת הדגם (ר' דף עבודה 2 פרק 3, סעיף 'בנייה'), ענו על השאלות הבאות:

אילו חלקים של הרפסודה שלכם היו מוצלחים ועמדו בדרישות?

.....

אילו חלקים היו פחות מוצלחים?

.....

10. כיצד בכוונתכם לשפר את הרפסודה שלכם? אילו שיפורים אתם מתכוונים להכניס? אתם יכולים לתאר את השיפורים או לשרטט אותם, לבחירתכם.

תשובות – דף עבודה 1 פרק 3 – תהליך התיכון ההנדסי

שם הקבוצה:

תאריך:

לעבודה!

שלב איסוף המידע

1. על סמך המסקנות שאליהן הגענו בפרק 2, מה הגורמים החשובים ביותר שצריכים להתקיים כדי שהרפסודה תצוץ?
משקל הרפסודה צריך להיות קטן ביחס לנפח (גודל) שלה, בעוד הנפח צריך להיות גדול ביחס למשקל.

2. כיצד אתם מתכוונים לבחון ולהעריך את הדגם שלכם? קבעו דרישות שהדגם שלכם צריך לעמוד בהם.

- הרפסודה מוכרחה לצוץ.
- כאשר הרפסודה עמוסה, שפת הרפסודה צריכה לבלוט 10 סנטימטרים לפחות מעל פני מים.
- הרפסודה מוכרחה להיות יציבה ולא להתהפך כתוצאה מכל גל.
- הרפסודה צריכה להכיל אמצעי בטיחות כדי למנוע את החלקת המטען למים.

קשירה



התהליך פשוט למדי ואינו מצריך כישורים מיוחדים. 'הטכניקה' היחידה הדרושה היא להבין את האופן שבו פועלים האזיקונים. האזיקונים הם אמצעי קשירה יעיל ביותר, והדרך היחידה לפתוח את הקשר מרגע שבוצע היא גזירתו.

1. התלמידים יכולים להשתמש באזיקונים כדי לקשור יחד את הצינורות (תרשים 1), וכך לבנות את המסגרת של הרפסודה (תרשים 2). עדיף להשתמש בשני אזיקונים בצורת האות X (תרשים 1) במקום באזיקון יחיד.



תרשים 2: בצילום ניתן לראות כיצד קושרים צינורות זה לזה על מנת לבנות את מסגרת הרפסודה.



תרשים 1: האזיקונים משמשים כדי לקשור יחד את צינורות הפלסטיק. בצילום ניתן לראות שהאזיקונים מוצלבים. קשירה בצורה כזאת יעילה וחזקה הרבה יותר.



תרשים 3: בצילום זה רואים כיצד ניתן לקשור שש צינורות כדי לבנות את מסגרת הרפסודה. הדרך הזאת היא בבחינת הצעה בלבד. יש לעודד את התלמידים למצוא רעיונות משלהם לבניית המסגרת. הצילום מהווה המחשה בלבד לאופן שבו ניתן לקשור יחד את הצינורות.

2. ישנם כמובן מקרים שבהם האזיקונים אינם ארוכים מספיק כדי לקשור מה שאנחנו רוצים. במקרים אלו, ניתן לחבר יחד שני אזיקונים או יותר (ר' תרשים 4)



תרשים 4: שני אזיקונים מחוברים. ניתן לקשור שני אזיקונים או יותר כדי ליצור אזיקון ארוך.

3. ניתן להשתמש באזיקונים כדי לקשור את הבקבוקים אל מסגרת הרפסודה (ר' תרשים 5). כמובן שניתן להשתמש לשם כך גם בחוטי דיג או במסקינגטייפ. יש לשקול בכל שימוש את היתרונות והחסרונות ואז לבחור את האמצעי המתאים (לדוגמה, מים עלולים לאכל את הדבק ולפגום ביעילות המסקינגטייפ לאחר שימוש ממושך).



תרשים 5: הדגמה לאופן שבו ניתן לקשור בקבוקים למסגרת בעזרת אזיקונים.

4. לקרקעית הרפסודה ניתן להשתמש בלוחות קאפה, בלוחות פוליגל, או ברשתות פלסטיק. אבל כיצד קושרים את הלוחות הקאפה או הפוליגל למסגרת? התשובה לכך פשוטה: ניתן לנקב חורים בלוחות הקאפה או הפוליגל בעזרת מברג, ואחר כך להשחיל אזיקון אחד (או כמה אזיקונים מחוברים זה לזה) וכך לחבר אותם למסגרת (תרשים 9). ניתן להשתמש באותו תהליך כאשר מדובר ברשת הפלסטיק, במקרים שבהם החורים ברשת צרים מכדי להשחיל את האזיקונים ללא ניקוב.

5. במקום להשתמש בבקבוקים כמצופים, ניתן לבנות מצופים משלנו בעזרת כוסות קלקר. ניתן לחבר את הכוסות בעזרת מסקינגטייפ (כמו בתרשים 6). אפשרות נוספת היא להגדיל את גודל המצופים באמצעות שימוש בכמה כוסות (ר' תרשים 7), המחוברות ביניהן בעזרת מסקינגטייפ.



תרשים 7: איך להגדיל את גודל המצופים



תרשים 6: איך לבנות מצופים מכוסות קלקר

ניקוב חורים

ניתן לנקב חורים בלוחות הקאפה או הפוליגל בעזרת מברג קטן או כלי חד אחד (ר' תרשים 8)



תרשים 9: איך לחבר את לוחות הקאפה למסגרת הרפסודה

תרשים 8: איך לנקב חור בעזרת מברג

חיתוך

כדי לחתוך צינורות פלסטיק (במקרה ואין אפשרות לקנות אותם חתוכים לגודל המתאים), תזדקקו לחותך צינורות (ר' תרשים 10).



תרשים 11:

כיצד לחתוך צינור פלסטיק

תרשים 10:

חותך צינורות

- סמנו את הצינור במקום שבו אתם רוצים לחתוך אותו. השתמשו במארקר בלתי מחיק.
- פערו את לועות חותך הצינורות בעזרת הידית. הניחו את הצינור במקום המסומן בין מלתעות החותך.
- לחצו על ידיית החותך עד הסוף עד שהלהב יחתוך את הצינור (ר' תרשים 11).

צילומים לפרק 4 – סיכום



דף הערכה פרק 1

שם: תאריך:

האם כל גוף צף?

1. מצא עשרה גופים שצפים במי ים:

ש	ע	מ	א	ס	ו	ב	י	ג	0
א	ו	פ	ח	י	ת	ל	ו	ו	ב
י	י	ח	ט	ר	א	ו	ל	ט	י
צ	ב	א	ו	ה	ה	ת	ל	ח	ו
מ	ג	ג	נ	ג	ו	ו	ד	ע	ט
א	ר	ק	ר	ח	ו	נ	ר	צ	ר
ב	ל	ו	נ	ב	ר	ז	ל	א	א
ט	ו	פ	י	ש	מ	פ	ו	כ	י
כ	ד	ו	ר	ט	נ	י	ס	ה	ל
פ	ל	ד	ה	ב	ד	א	ח	ב	ו

2. פיטר תמיד חשב שזה מאוד מוזר שאבנים כמעט תמיד שוקעות, אבל פקקי שעם צפים. הוא ערך ניסוי כדי להבין למה זה קורה.
בשלב ראשון הוא לקח אבן ששוקלת 350 גרם וחתיכת שעם באותו משקל, וזרק את שתיהן למים. הוא ראה שהאבן שקעה מיד, בעוד השעם צף.
בשלב שני הוא לקח אבן ופיסת שעם באותו גודל, וזרק את שניהם למים.
מה לדעתכם קרה?

.....
.....

האם רק המשקל קובע אם החפץ ישקע או יצוף?

.....
.....

האם לדעתכם אבן ושעם באותו גודל שוקלים אותו דבר?

.....
.....

כששניהם באותו משקל, מה יותר גדול, האבן או השעם?

.....
.....

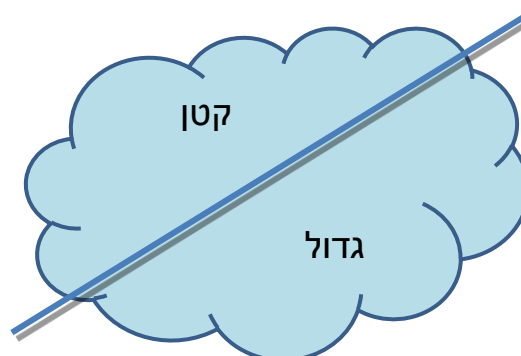
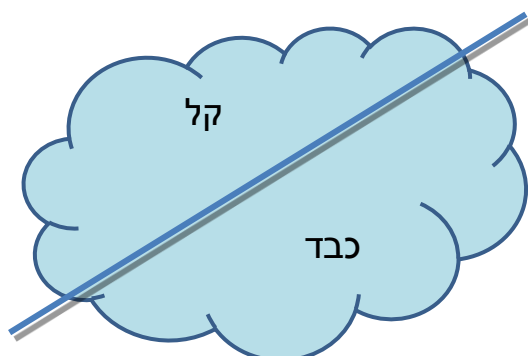
אזמירלדה טענה בכיתה שהמשקל הוא הגורם היחיד שמשפיע על היכולת של חפץ או חומר מסוים לצוף. המורה הציעה לה לחשוב על זה שוב, ולדון איתה בנושא למחרת. למחרת אזמירלדה אמרה שהיא חשבה על דוגמה

מסוימת מחיי היוםיום, והגיעה למסקנה שהיא טעתה! מה גרם לה לשנות את דעתה? האם אתם יכולים לחשוב על גורמים חשובים נוספים המשפיעים על היכולת של גוף לצוף?

מיינו את הגופים הבאים בעננים בהתאם לגודלם ולמשקלם. כשתסיימו, רשמו אילו גופים לדעתכם יצופו ואילו ישקעו.

סלע ענק, ספינת תענוגות, קרחון, צרור מפתחות, טלפון נייד, עפרון, חבילת סבון, שולחן עץ, קופסת מתכת קטנה מלאה אבנים, מחשב נייד

יצופו	ישקעו



תשובות – דף הערכה פרק 1

שם: תאריך:

האם כל גוף צף?

1. מצא ברשת את הגופים שצפים במי ים:

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

במדריך למורים מצוין שבסוף פרק 1 התלמידים צריכים להיות מסוגלים, בין היתר, למיין חפצים על פי יכולתם לצוף. התרגיל הנוכחי אמור לבדוק זאת. חלק מהחפצים המצוינים לקוחים מחיי היומיום של התלמידים, ואחרים מהפעילויות שלהם במהלך פרק 1. ייתכן שיעזרו לתלמידים לחשוב על חפצים שהם מכירים שצפים, ולהשתמש בהם במהלך הפעילות.

2. פיטר בן האחת-עשרה תמיד חשב שזה מאוד מוזר שאבנים כמעט תמיד שוקעות אבל פקקי שעם צפים. הוא ערך ניסוי כדי להבין למה זה קורה. בשלב ראשון הוא לקח אבן ששוקלת 350 גרם וחתיכת שעם באותו משקל, וזרק את שתיהן למים. הוא ראה שהאבן שקעה מיד, בעוד השעם צף. בשלב שני הוא לקח אבן ופיסת שעם באותו גודל וזרק את שניהם למים. מה לדעתכם קרה? האבן שקעה והשעם צף.

האם רק המשקל קובע אם החפץ ישקע או יצוף? כאשר האבן וחתיכת השעם באותו משקל, האבן שוקעת ואילו השעם צף. מכאן ניתן להסיק שמשקל אינו הגורם היחיד הקובע את יכולתו של גוף לצוף. הנפח (הגודל) הוא גורם לא פחות חשוב.

האם לדעתכם אבן ושעם באותו גודל שוקלים אותו דבר? לא. האבן תהיה כבדה בהרבה משעם באותו גודל. כששניהם באותו משקל, מה יותר גדול, האבן או השעם? כשהאבן והשעם שוקלים אותו דבר, השעם יהיה הרבה יותר גדול.

המטרה המרכזית של הפרק הראשון היא שהתלמידים יבינו שיכולת הציפה אינה תלויה אך ורק במשקל הגוף. השאלה הנוכחית נועדה כדי לבדוק אם התלמידים הבינו זאת. השאלה הבאה בודקת

גם כן את אותה סוגיה. בשלב זה ניתן לא ניתן עדיין לצפות מהתלמידים שהם יבינו את הקשר בין משקל הגוף לכוח הציפה הפועל עליו כאשר מכניסים אותו למים. עם זאת, חשוב להסיק מתשובותיהם אם הם הפנימו שגופים גדולים אך קלים, צפים בדרך כלל ביתר קלות מגופים קטנים אך כבדים.

3. אזמרלדה טענה בכיתה שהמשקל הוא הגורם היחיד שמשפיע על היכולת של חפץ או חומר מסוים לצוף. המורה הציעה לה לחשוב על זה שוב, ולדון איתה בנושא למחרת. למחרת אזמרלדה אמרה שהיא חשבה על דוגמה מסוימת מחיי היומיום, והגיעה למסקנה שהיא טעתה! מה גרם לה לשנות את דעתה? האם אתם יכולים לחשוב על גורמים חשובים לא פחות המשפיעים על היכולת של גוף לצוף?

התשובה המומלצת:

אולי איזמרלדה חשבה על סירות או קרחונים. סירות או קרחונים עשויים להיות גדולים מאוד ועם זאת לצוף. מצד שני, יכול להיות שהיא חשבה על אבנים קטנות, שלמרות גודלן שוקעות כמעט תמיד. בכל מקרה, יכולת הציפה של הגוף אינה תלויה אך ורק במשקלו. תכונה נוספת שחשובה לא פחות ליכולת הציפה של גוף היא הנפח (גודל). עם זאת, אין להסיק מכך שגופים גדולים צפים ואילו גופים קטנים שוקעים, או להיפך. הגורם המכריע ביכולת הציפה של גוף הוא שיווי המשקל בין הנפח שלו למשקלו.

המטרה המרכזית של הפרק הראשון היא שהתלמידים יבינו שיכולת הציפה אינה תלויה אך ורק במשקל הגוף. השאלה הנוכחית נועדה לבדוק אם התלמידים הבינו זאת. מטרת השאלה הנוכחית, לעומת השאלה הקודמת, היא לגרום לתלמידים לחשוב על דוגמאות שבהן יכולת הציפה של גופים אינה נקבעת על פי משקלם. לכן חשוב מאוד למצוא בתשובותיהם דוגמאות על שתי קצוות הרצף. כלומר, דוגמאות גם לחפצים גדולים וכבדים (קרחונים) שצפים, וגם לגופים קטנים (חלוקי נחל) ששוקעים.

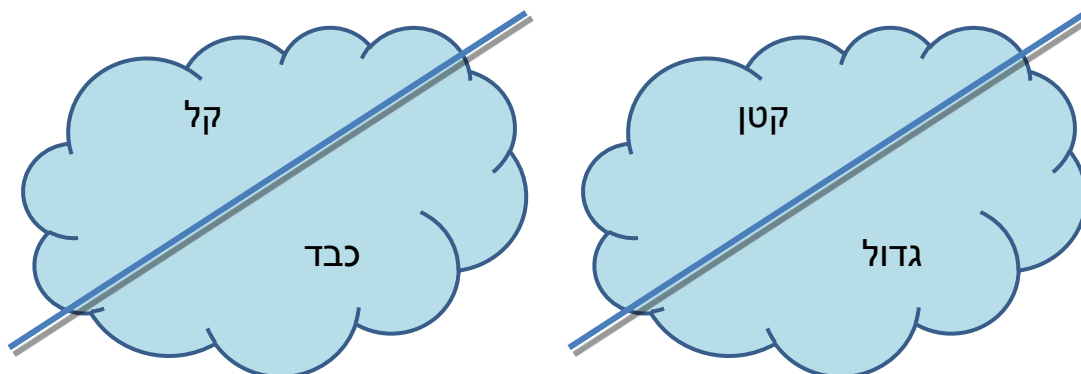
כפי שצינו קודם, לא ניתן לצפות בשלב זה שהתלמידים יבינו את הקשר בין משקל הגוף לכוח הציפה הפועל עליו כאשר מכניסים אותו למים. עם זאת, חשוב להסיק מתשובותיהם אם הם הפנימו שגם גופים גדולים וגם גופים קטנים יכולים לצוף, כמו גם גופים כבדים וקלים.

4. נסו למקם את הגופים הבאים במקום המתאים בעננים, בהתאם לגודלם ומשקלם. כשתסיימו את החלק הזה, רשמו אילו גופים לדעתכם יצופו ואילו ישקעו.

סלע ענק, ספינת תענוגות, קרחון, צרור מפתחות, טלפון נייד, עפרון, סבון, שולחן עץ, קופסת מתכת קטנה מלאה אבנים, מחשב נייד

התשובה המומלצת:

גופים כבדים: סלע ענק, ספינת תענוגות, קרחון
גופים קלים: צרור מפתחות, טלפון נייד, עיפרון, סבון, שולחן עץ, קופסת מתכת קטנה מלאה אבנים, מחשב נייד.
גופים גדולים: סלע ענק, ספינת שעשועים, קרחון
גופים קטנים: צרור מפתחות, טלפון נייד, עיפרון, סבון, שולחן עץ, קופסת מתכת קטנה מלאה אבנים, מחשב נייד.



יצופו	ישקעו
ספינת שעשועים, קרחון, שולחן עץ	מחשב נייד, קופסת מתכת מלאה אבנים

בסוף פרק 1 יש לצפות שהתלמידים יוכלו למיין חפצים על פי יכולתם לצוף במים. השאלה הנוכחית נועדה לבדוק אם התלמידים מסוגלים לעשות זאת. היא גם נועדה לבדוק אם התלמידים מסוגלים להעריך את המשקל כגורם המשפיע על יכולת הציפה של הגוף. על התלמידים להבין שלא כל החפצים הכבדים שוקעים ולא כל החפצים הקלים שוקעים.

דפי הערכה - זמן משוער:

פרק הזמן המשוער לכל דף הערכה הוא בין 20 ל 25 דקות. המורים יכולים להעביר את דפי ההערכה בחלקים, בהתאם לחלקים שכבר נדונו בשיעור. כל מורה נדרשת להעריך את דף ההערכה בהתאם לחומר שכבר נלמד בכיתה, ובהתאם למה שמקובל אצלה בכיתה.

דף הערכה פרק 2

שם: תאריך:

1. נכון או לא נכון:

	הקריאה על מד הכוח משתנה כשמכניסים את הגוף לתוך המים
	כדורגל שוקע במים
	יכולת הציפה של גוף תלויה אך ורק במשקלו
	גופים צפים כשכוח הציפה שווה למשקלם
	אבן שוקלת פחות כשהיא נמצאת מחוץ למים
	סירות אינן שוקעות מפני שהן שטות במים עמוקים
	ממש קל להטביע בלון בתוך מים ולא מרגישים שום התנגדות
	אין כוח הפועל כלפי מעלה על הגוף כשאנחנו מכניסים אותו למים

2. איך לגרום לגוף לצוף?

סמנו בעיגול את הפעולה שתגרום לגוף לצוף.

- גולשת רוח לובשת את חגורת ההצלה שלה.

עליה:

☐ לנפח את חליפת ההצלה.

☐ למלא את החליפה במים.

- ניצול מספינה טרופה רוצה לשלוח מסר בבקבוק.

עליו:

☐ לסגור את הבקבוק בפקק ולהשליך אותו למים.

☐ להשאיר את הבקבוק פתוח ולמלא אותו במים.

- הקפטנית של צוללת המחקר 'איירן' רוצה שהצוללת תעלה חזרה לפני המים.

עליה:

☐ למלא את מכלי המים.

☐ לרוקן את מכלי המים.

- קדר רוצה להעביר קערת שיש לקצה האחר של הנהר.

עליו:

☐ לעמוד עליה, כמו שעושים עם גלשן רוח.

☐ לשים אותה על מזרן מתנפח ענקי ולהניח למזרן לשוט במורד הנהר.

יש לכם אבן יקרה בבלון. אתם רוצים שהבלון יצוף איתה.

עליכם:

☐ לנפח את הבלון.

☐ לסגור את פיית הבלון בעזרת מהדק נייר.

3. השלימו את המילה החסרה:

יש _____ כוחות הפועלים על גופים הנמצאים בתוך מים.

הכוח שגורם לגוף לצוף נקרא _____.

אם משקל הגוף הנמצא בתוך המים גדול מכוח הציפה המופעל עליו, הגוף _____.

הכוח הפועל כלפי מעלה על גוף הנמצא בתוך מים _____ ככל שנפח הגוף השקוע בתוך המים גדל.

כוח הציפה הפועל על גוף הנמצא בתוך מים תלוי ב- _____ הגוף.

4. בחרו את התשובה הנכונה (א' או ב') לשאלות הבאות:

(א) משקל הגוף שווה לכוח הציפה.

(ב) משקל הגוף גדול מכוח הציפה.

למה חתיכת השעם צפה? _____

למה הסלע שוקע? _____

5. מריו, בן אחת-עשרה מאיטליה, ראה קוסם המשליך אבן לתוך מכל מים. האבן שקעה. לאחר מכן הוא ראה את אותה אבן צפה - כשהקוסם הכניס אותה לתוך בלון מנופח למלוא גודלו ואחר כך הכניס את הבלון יחד עם האבן למים.

הוא היה מופתע וכתב אי-מייל לדוקטור מדע, שבו הוא ביקש הסבר למה שקרה. לפניכם התשובה של דוקטור מדע. למרבה הצער, כמה מהמילים חסרות. האם תוכלו למלא את המילים החסרות עבור מריו, כדי שהוא יקבל תשובה מלאה לשאלתו?

מריו היקר,

במקרה הראשון משקל האבן היה _____ מכוח הציפה שהופעל עליה בתוך המים, ולכן היא _____ . לגבי המקרה השני: אתה כבר יודע שכאשר מנפחים בלון הנפח שלו גדל. לכן, כוח הציפה המופעל על הבלון, גם כאשר האבן נמצאת בתוכו _____ עד לנקודה שבה כוח הציפה _____ למשקל. כתוצאה מכך הבלון, עם האבן בתוכו, _____.

6. הקף את המילים המשלימות בצורה הטובה ביותר את המשפט:

יש _____ כוחות הפועלים על גופים הנמצאים בתוך מים.

(א) שני

(ב) שלושה

(ג) ארבעה

(ד) שבעה

ציפה היא כוח הפועל כלפי _____ על גופים הנמצאים בתוך מים.

(א) מעלה

(ב) מטה

כוח הציפה הפועל על גוף הנמצא בתוך מים תלוי ב _____ של הגוף.

(א) במסה

(ב) בנפח השקוע

(ג) בצבע

(ד) בחום

יכולת הציפה של גוף תלויה ב _____ שלו

(א) בצורה ובנפח

(ב) בנפח ובמשקל

(ג) בצבע ובמשקל

(ד) בחום ובנפח

גוף _____ אם משקלו גדול מכוח הציפה הפועל עליו כשמכניסים אותו למים.

(א) ישקע

(ב) יצוף

תשובות – דף הערכה פרק 2

..... תאריך:

1. נכון או לא נכון:

הקריאה על מד הכוח משתנה כשמכניסים את הגוף לתוך מים	נכון
כדורגל שוקע במים	לא נכון
יכולת הציפה של גוף תלויה במשקלו	לא נכון
גופים צפים כשכוח הציפה המופעל עליהם שווה למשקלם	נכון
אבן שוקלת פחות כשהיא נמצאת מחוץ למים	לא נכון
סירות אינן שוקעות מפני שהן שטות במים עמוקים	לא נכון
ממש קל להטביע בלון בתוך מים, ולא מרגישים שום התנגדות	לא נכון
אין כוח הפועל כלפי מעלה על גוף כשמכניסים אותו למים	לא נכון

המסר המרכזי בפרק זה הוא שעל כל גוף המוכנס למים מופעל כוח הפועל כלפי מעלה אשר גדל ככל שהנפח של הגוף השקוע במים גדל. התרגילים הבאים נועדו לבחון אם התלמידים הפנימו את המסר. בנוסף, השאלות נועדו לבחון את מידת ההבנה של התלמידים לגבי הניסויים שנערכו במהלך הפרק.

2. איך לגרום לגוף לצוף?

סמנו בעיגול את הפעולה שתגרום לגוף לצוף.

- גולשת רוח לובשת את חגורת ההצלה שלה.

עליה:

לנפח את חליפת ההצלה.

למלא את החליפה במים.

- ניצול מספינה טרופה רוצה לשלוח מסר בבקבוק.

עליו:

לסגור את הבקבוק בפקק ולהשליך אותו למים.

להשאיר את הבקבוק פתוח ולמלא אותו במים.

- הקפטנית של צוללת המחקר 'איירין' רוצה שהצוללת תעלה חזרה לפני המים.

עליה:

למלא את מכלי המים.

לרוקן את מכלי המים.

- קדר רוצה להעביר קערת שיש לקצה האחר של הנהר.

עליו:

לעמוד עליה, כמו שעושים עם גלשן רוח.

לשים אותה על מזרן מתנפח ענקי ולהניח למזרן לשוט במורד הנהר.

יש לכם אבן יקרה בבלון. אתם רוצים שהבלון יצוף איתה.

עליכם:

לנפח את הבלון.

לסגור את פיית הבלון בעזרת מהדק נייר.

בסוף הפרק השני יש לצפות שהתלמידים יבינו שיש תנאי אחד הכרחי שצריך להתקיים על מנת שהגוף יצוף. התרגיל הנוכחי נועד לא רק לבדוק שהתלמידים הפנימו כלל זה, אלא גם להציג בפניהם נסיבות משתנות שבהן הם צריכים להשתמש בכלים שהם רכשו לגבי ציפה והמשתנים הכרוכים בה (דהיינו, משקל ונפח).



3. השלימו את המילה החסרה:

- יש שני כוחות הפועלים על גופים הנמצאים בתוך מים.
- הכוח שגורם לגוף לצוף נקרא כוח הציפה.
- אם משקל הגוף הנמצא בתוך מים גדול מכוח הציפה המופעל עליו, הגוף י שקע.
- הכוח הפועל כלפי מעלה על גוף הנמצא בתוך מים גדל ככל שהנפח של הגוף השקוע במים גדל.
- כוח הציפה הפועל על גוף הנמצא בתוך מים תלוי בנפח הגוף.

4. בחרו את התשובה הנכונה (א' או ב') לשאלות הבאות:

(א) משקל הגוף שווה לכוח הציפה.

(ב) משקל הגוף גדול מכוח הציפה.

למה חתיכת השעם צפה? א' _____

למה הסלע שוקע? ב' _____

5. מריו, בן אחת-עשרה מאיטליה, ראה קוסם המשליך אבן לתוך מכל מים. האבן שקעה. לאחר מכן הוא ראה את אותה אבן צפה - כשהקוסם הכניס אותה לתוך בלון מנופח למלוא גודלו ואחר כך הכניס את הבלון יחד עם האבן למים.

הוא היה מופתע וכתב אי-מייל לדוקטור מדע, שבו הוא ביקש הסבר למה שקרה. לפניכם התשובה של דוקטור מדע. למרבה הצער, כמה מהמילים חסרות. האם תוכלו למלא את המילים החסרות עבור מריו, כדי שהוא יקבל תשובה מלאה לשאלתו?

מריו היקר,

במקרה הראשון משקל האבן היה גדול מכוח הציפה שהופעל עליה בתוך המים, ולכן היא שקעה. לגבי המקרה השני: אתה כבר יודע שכאשר מנפחים בלון, הנפח שלו גדל. לכן, כוח הציפה המופעל על הבלון, גם כאשר האבן נמצאת בתוכו גדל עד לנקודה שבה כוח הציפה משתווה למשקל. כתוצאה מכך הבלון, עם האבן בתוכו, צף.

6. הקף את המילים המשלימות בצורה הטובה ביותר את המשפט:

יש _____ כוחות הפועלים על גופים הנמצאים בתוך מים.

(א) שני

(ב) שלושה

(ג) ארבעה

(ד) שבעה

ציפה היא כוח הפועל כלפי _____ על גופים הנמצאים בתוך מים.

(א) מעלה

(ב) מטה

כוח הציפה הפועל על גוף הנמצא בתוך מים תלוי ב _____ של הגוף.

(א) במסה

(ב) בנפח השקוע

(ג) בצבע

(ד) בחום

יכולת הציפה של גוף תלויה ב _____ שלו

(א) בצורה ובנפח

(ב) בנפח ובמשקל

(ג) בצבע ובמשקל

(ד) בחום ובנפח

גוף _____ אם משקלו גדול מכוח הציפה הפועל עליו כשמכניסים אותו למים.

(ג) ישקע

(ד) יצוף

תרגילים 3 עד 6 מתייחסים לתנאי שמוכרח להתקיים על מנת שהגוף יצוף (שהוא גם, כאמור, המסר המרכזי של פרק זה), ונועדו להקל על התלמידים לזכור את התנאי. מצאנו לנכון לשוב ולהדגיש אותו בדרכים שונות, מאחר ותחום הציפה גדוש בתפיסות שגויות וקשה מאוד להבנה במלואו לתלמידים בגילאים אלו.



דף הערכה פרק 3

שם: תאריך:

תהליך התיכון ההנדסי

השלבים שמהנדסים צריכים למלא על מנת לפתור משימת אתגר הנדסית הם:

איסוף מידע, העלאת רעיונות, פיתוח ותכנון, בנייה; הערכה ושיפור

1. מהו הדבר הראשון שמהנדסים צריכים לעשות כדי לפתור בעיה?

.....

2. מה מהנדסים צריכים לעשות כשהם מתכננים את הפתרון לבעיה?

.....

3. האם יש פתרון אחד ויחיד לכל בעיה הנדסית? מה עלינו לקחת בחשבון כשאנחנו מנסים לבחור את הפתרון הטוב ביותר לבעיה מסוימת?

.....

4. מהו היחס האידיאלי בין משקל הרפסודה שלכם לגודל שלה כדי שהיא תצוף?

.....

5. מה צריך לעשות אם המשקל על הרפסודה שלכם גדול מדי והרפסודה מתחילה לשקוע?

.....

תשובות – דף הערכה פרק 3

..... תאריך:

תהליך התיכון ההנדסי

השלב שמהנדסים צריכים למלא על מנת לפתור משימת אתגר הנדסית הם:

1. מה מהנדסים צריכים לעשות כשהם מתכננים את הפתרון לבעיה?

תשובה מומלצת:

ראשית הם צריכים לחשוב על הפתרון ההולם ביותר לבעיה שעל הפרק. לאחר שהם בוחרים את הפתרון, עליהם לבחון את החומרים העומדים לרשותם, לדון בפרטי התוכנית, להקצות תפקידים לכל אחד מחברי הצוות, לשרטט תרשים ברור של התוכנית (לדוגמה, תרשים של גשר). במהלך שלב השרטוט, עליהם לזכור תמיד את האילוצים והמגבלות, כמו גם את הדרישות שהמוצר צריך לעמוד בהן.

2. האם יש פתרון אחד ויחיד לכל בעיה הנדסית? מה עלינו לקחת בחשבון כשאנחנו מנסים לבחור את הפתרון הטוב ביותר לבעיה מסוימת?

תשובה מומלצת:

במקרים רבים ייתכן יותר מפתרון אחד לבעיה הנדסית. לכן עלינו לקחת בחשבון את האילוצים והמגבלות שלנו, ואת הדרישות מהמוצר בהם כשאנחנו באים לפתור את הבעיה.

תרגילים 1 עד 4 נועדו כדי לתת מענה למטרות 1 ו 3 בפרק 3, ובעיקר לרצון שהתלמידים יכירו היטב את תהליך התיכון ההנדסי על חמשת שלביו. בנוסף, אנו מצפים שהתלמידים יהיו בשלב זה מודעים לכך שיש יותר מפתרון אחד שיכול לעמוד בדרישות.

3. מה צריך להיות היחס האידיאלי (המיטבי) בין משקל הרפסודה שלכם לגודל שלה?

תשובה מומלצת:

הרפסודה שלנו צריכה להיות קלה יחסית לגודלה.

4. מה צריך לעשות אם המשקל על הרפסודה שלכם גדול מדי והרפסודה מתחילה לשקוע?

תשובה מומלצת:

אנחנו צריכים להשתמש ביותר חומרים שמסייעים לרפסודה לצוף כדי להגדיל את הנפח שלה. כוח הציפה המופעל על גוף תלוי בנפח הגוף. לכן, אם נצליח להגדיל את נפח הרפסודה עד שהוא ישתווה למשקלה, הרפסודה תצוף שוב.

שימו לב שהתלמידים אינם מתבקשים בפרק 2 לשנן בעל-פה הגדרות ונוסחאות הנוגעות לכוח הציפה. עם זאת, בסוף שיעור שלוש, לאחר שיישמו את הבסיס התיאורטי, יש לצפות מהתלמידים שהם יהיו מסוגלים לבטא באופן שאינו משתמע לשתי פנים את התנאים שצריכים לחול על גוף על מנת שהוא יצוף. בהתאם, אחת התוצאות שניתן לצפות להן בסוף פרק שלוש, היא שהתלמידים יהיו מסוגלים להשתמש בידע המדעי שהם רכשו בפרק השני כדי לתכנן ולבנות רפסודה. תרגילים 5 ו 6 נועדו לבחון סוגיה זו.

דף הערכה פרק 4 - כוח הציפה

..... **שם:** **תאריך:**

השלימו את המילה החסרה:

1) ציפה היא כוח המופעל כלפי _____ על ידי נוזל או גז, המתנגד למשקל הגוף השקוע באותו נוזל או גז.

(א) מעלה

(ב) מטה

(ג) חזק

(ד) קל

2) כוח הציפה תלוי ב _____ הגוף שאנחנו מכניסים לתוך המים.

(א) חום

(ב) צבע

(ג) נפח הגוף השקוע במים

(ד) לחץ

3) גוף יצוף רק כאשר ה _____ שלו שווה לכוח הציפה המופעל על הגוף.

(א) משקל

(ב) מאסה

(ג) נפח

(ד) צפיפות

4) גופים השקועים במים הם _____.

(א) קלים יותר

(ב) כבדים יותר

(ג) שונים

(ד) גדולים יותר

(5) _____ יצופו.

(א) גופים כבדים

(ב) גופים גדולים

(ג) גופים קלים

(ד) כל הגופים המוזכרים בסעיפים א' עד ג' יכולים לצופ או לשקוע.

האם הגוף יצוף או ישקע במצבים הבאים. רשמו צף או שוקע ליד כל אחד מהמצבים הבאים:

יצוף ישקע

		חפץ שמשקלו גדול מכוח הציפה שפועל עליו
		ירון ניפח את חליפת ההצלה שלו, לבש אותה וקפץ לתוך המים.
		גוש סלע נזרק לבריכה
		בלון מנופח עם אבן קטנה בתוכו
		חפץ שמשקלו שווה לכוח הציפה שפועל עליו

הקיפו את המילים החריגות:

1. ציפה – לצוף – שחייה – סלע ענק
2. הנדסה – תקע – בניינים – גשרים
3. תכנון – איסוף מידע – הערכה ושיפור – העלאת רעיונות – משחק
4. ספינה – צוללת – רפסודה – אוטו
5. סלע – קרחון – שעם – קליפת עץ – סירה
6. סלע – כדור ברזל – תפוז בלי קליפה – בלון
7. טכנאי – כבלים – תיקון מכוניות – בניית אניות
8. בניית בתים – מקורות אנרגיה – מהנדס – הדפסת מסמכים

תשובות – דף הערכה פרק 4 – כוח הציפה

שם: תאריך:

השלימו את המילה החסרה:

1) ציפה היא כוח המופעל כלפי _____ על ידי נוזל או גז, המתנגד למשקל החומר המוכנס לתוך אותו נוזל.

(א) מעלה.

(ב) מטה

(ג) חזק

(ד) קל

2) כוח הציפה תלוי ב _____ של הגוף שאנחנו מכניסים לתוך המים.

(א) חום

(ב) צבע

(ג) נפח שקוע

(ד) לחץ

3) הגוף יצוף רק כאשר ה _____ שלו משתווה לכוח הציפה המופעל על הגוף.

(א) משקל

(ב) מאסה

(ג) נפח

(ד) צפיפות

4) גופים השקועים במים הם _____.

(א) קלים יותר

(ב) כבדים יותר

(ג) שונים

(ד) גדולים יותר

(5) _____ יצופו.

(א) גופים כבדים

(ב) גופים גדולים

(ג) גופים קלים

(ד) כל הגופים המוזכרים בסעיפים א' עד ג' יכולים לצופ

האם הגוף יצוף או ישקע במצבים הבאים. רשמו צף או שוקע ליד כל אחד מהמצבים הבאים:

שוקע	חפץ שמשקלו גדול מכוח הציפה שפועל עליו
צף	ירון ניפח את חליפת ההצלה שלו, לבש אותה וקפץ לתוך המים.
שוקע	גוש סלע נזרק לבריכה
צף	בלון מנופח עם אבן קטנה בתוכו
צף	חפץ שמשקלו שווה לכוח הציפה שפועל עליו

הקיפו את המילים החריגות:

(1) ציפה – לצוף – שחייה – סלע ענק

(2) הנדסה – תקע – בניינים – גשרים

(3) תכנון – איסוף מידע – הערכה ושיפור – העלאת רעיונות – משחק

(4) ספינה – צוללת – רפסודה – מכונית

(5) סלע – קרחון – שעם – קליפת עץ – סירה

(6) סלע – כדור ברזל – תפוז בלי קליפה – בלון

(7) מוסך – כבלים – תיקון מכוניות – בניית אוניות

(8) בניית בתים – מקורות אנרגיה – מהנדס – הדפסת מסמכים

חומר רקע מדעי למורים על ציפה ושקיעה

פרק 2 - מושגים מרכזיים

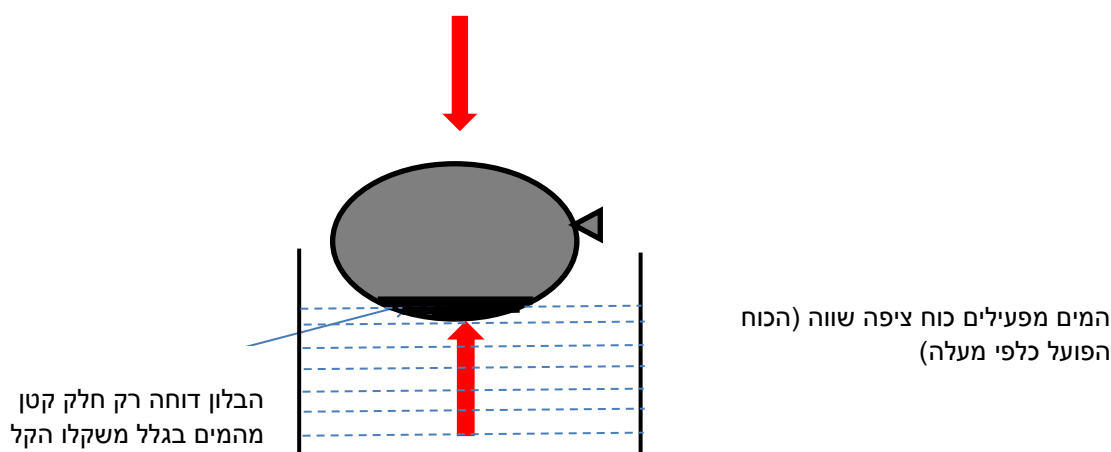
- משקל הוא כוח
- גוף אינו נע (או נע במהירות קבועה) כאשר הכוחות הפועלים עליו מאזנים זה את זה (סכום הכוחות שווה אפס). במקרה של חפץ הצף על המים כוח המשיכה (הפועל כלפי מטה) מתאזן על ידי כוח הציפה (כוח העילוי של המים שפועל כלפי מעלה) והם שווים בדיוק. כאשר כוח הציפה קטן מדי הגוף שוקע עד שהוא מגיע לקרקעית. על הקרקעית כוח המשיכה מאוזן על ידי שני כוחות: כוח הציפה וכוח שהקרקעית מפעילה עליו. שני הכוחות פועלים כלפי מעלה.
- משקל ביחס לנפח (צפיפות – מסה סגולית).
- שיווי משקל בין כוחות פיזיקליים.

כוח הציפה

כדי להבין את המושגים ציפה ושקיעה יש להבין את הכוחות הפועלים על גוף המושם בתוך גז או נוזל. כולנו יודעים שכוח המשיכה (משקל) פועל על כל גוף על כדור הארץ. כוח המשיכה ממשיך לפעול גם כאשר הגוף מושם בתוך גז או נוזל. יחד עם זאת, על כל גוף המושם בגז או נוזל, פועל כוח נוסף הפועל כלפי מעלה הנקרא כוח הציפה. כוח זה נוצר בגלל שהחלק מהחפץ השקוע במים דוחה את אותם המים וגורם להם לעלות למעלה. כח המשיכה "מנסה" להוריד בחזרה את המים והם דוחפים למעלה (החוצה) את החפץ. הגוף יצוף כאשר שני הכוחות הללו ישתוו והדבר יקרה כאשר כמות המים שהחפץ דוחה (נפח החלק השקוע) שוקלת בדיוק כמשקל החפץ. , כפי שניתן לראות בתרשים 1. הבלון תופס כמות קטנה בלבד של מים מפני שהוא גוף קל. בנוסף, מכיוון שנפח הבלון גדול, אותה כמות קטנה של מים מהווה חלק קטן מאד מהבלון וכמעט כולו נמצא מעל המים.

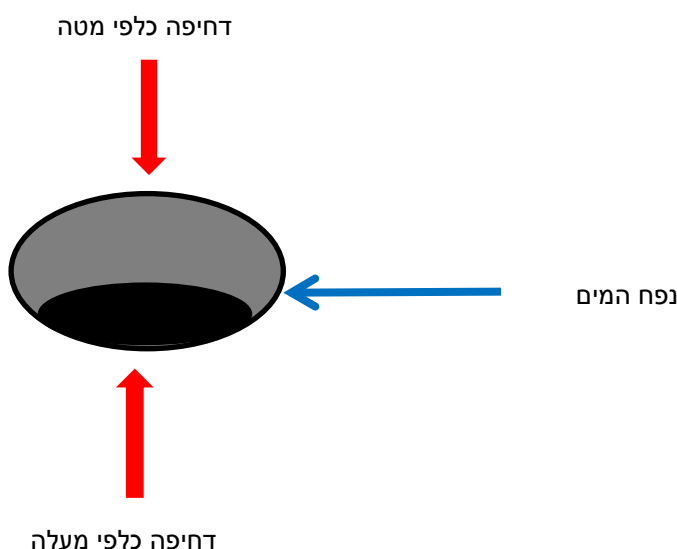
תרשים 1

משקל הבלון פועל כלפי מטה



ניתן לחוש כוחות אלו בפעולה כאשר מכניסים בלון מנופח (פעילות 2.3 בפרק 2) לתוך מכל מים (תרשים 2) ודוחפים אותו באיטיות כלפי מטה בעזרת כף יד פרושה. ככל שאנחנו דוחפים את הבלון עמוק יותר, הבלון תופס את המקום של כמות גדולה יותר של מים, וכך הכוח הפועל כלפי מעלה של המים (כוח הציפה) הפועל על הבלון גדל. לעתים קרובות התלמידים מופתעים מהכוח שמפעילים המים כנגד לחץ היד. השימוש בניסוי חושי היא דרך מצוינת כדי לסייע לתלמידים להפנים את הקשר הישיר בין נפח הגוף הנמצא בתוך מים ובין כוח הציפה הפועל עליו. כלומר, ככל שדוחפים את הבלון עמוק יותר, כך גדל החלק היחסי של הנפח שלו הנמצא בתוך המים. הדבר גורם לבלון לתפוס מקום של יותר מים, האחראי בתורו לתחושה שהמים 'מתנגדים'. יש קשר ישיר בין כמות המים שתופס הגוף בתוך המים ובין כוח הציפה המופעל על הגוף.

תרשים 2: דחיפת הבלון לתוך המים מגדילה את הכוח המופעל כלפי מטה, דבר הגורם לכך שנפח הבלון דוחה נפח גדול יותר של מים



היחסים הכמותיים חשובים ביותר, והם מוסברים באמצעות חוק ארכימדס. (הסיפור המעניין על ארכימדס מופיע בפירוט בסוף הפרק והוא פעילות העשרה לתלמידים).

אחת הדרכים לחשוב על כך היא הסבר המבוסס על **משקל ביחס לגודל**. ההסבר הזה מופיע בפעילות 2.3 ו 2.4 בפרק 2. על מנת שגופים כבדים יצופו עליהם להיות גדולים יחסית למשקלם. גופים אלו מפעילים כוח גדול (משקל הוא כוח) על המים ועל מנת שיצופו צריך להיות מופעל עליהם כוח ציפה גדול (כלפי מעלה). כוח ציפה גדול נוצר באמצעות דחיפת נפח גדול של מים שמפעיל כוח גדול כלפי מעלה על דפנות הגוף השקוע במים. גופים כאלו עדיין יהיו כבדים, אך למעשה **קלים ביחס לגודל שלהם**. לחילופין, גופים גדולים שהם כבדים ביחס לגודל שלהם ישקעו מפני שכוח המשיכה המופעל עליהם גדול מכוח הציפה המופעל עליהם. אין די בגודל הגוף בלבד כדי לפנות מספיק נפח של המים. ניתן להגיד שהגופים האלו **כבדים ביחס לגודל שלהם**. לא זו בלבד שמדובר ברעיון מורכב וקשה לקליטה, אלא שהוא גם עומד בניגוד לאינטואיציה שלנו. מהדק הניר, לדוגמה, עשוי מאותו חומר (מתכת) שממנו עשויות מכליות נפט ענקיות. ועדיין, אף על פי שמשקלו של מהדק נייר הוא פחות מגרם, מהדק הנייר שוקע בעוד שמכלית נפט, שמשקלה עשוי להגיע ל 100,000 טון, צפה. ניתן, מכאן, להגיד שאף על פי שמהדק הנייר **קל מאוד**, הוא עדיין **כבד ביחס לגודל שלו**. בעוד שמכלית נפט, אף על פי שהיא **גדולה מאוד**, קלה **ביחס לגודל שלה**.

הכוחות הפועלים על גופים צפים שווים (משקל = ציפה). כשגופים שוקעים, משקלם גדול מכוח הציפה. המים עדיין מפעילים כוח ציפה על אותם גופים, אבל לא מספיק כדי לגרום להם לצוף. חפץ הצף על המים דוחה נפח מים השוקל בדיוק כמשקלו (של החפץ). אם נפח החפץ קבוע - ככל שהוא קל יותר הוא דוחה פחות מים וחלק קטן יותר ממנו שקוע בתוך המים.

חפצים השוקעים במים דוחים נפח המים הזהה לנפח שלהם. עובדה זו מאפשרת למדוד את הנפח של חפצים בעלי צורה שאינה מוגדרת באמצעות מדידת נפח המים שנדחף על ידם.

בהקשר הזה מומלץ לספר לתלמידים את הסיפור ההיסטורי על ארכימדס והעיקרון שאותו גילה:

<https://www.mada.org.il/education/kids/archimedes>

לסיכום:

- גוף השוקע כולו בתוך המים מחליף (תופס את מקומו) של נפח מים השווה לנפח הגוף.
- גוף השקוע באופן חלקי בתוך המים דוחה נפח המים השווה למשקל הגוף. ניתן לסכם זאת בצורה הבאה: **כוח הציפה = משקל נפח המים שהוא דחה** (למעשה, כוח המשיכה 'מושך' כלפי מטה את המים שנדחו על ידי הגוף, שמצדם 'מנסים לדחות' את הגוף חזרה ומפעילים עליו כוח כלפי מעלה = כוח הציפה)
- מאזן כוחות זה גורם לגופים לצוף: **כוח ציפה = משקל הגוף** ← **ציפה**
- אם משקל הגוף עולה על כוח הציפה המרבי האפשרי (כלומר זה שנוצר כשכל הגוף שקוע במים והוא דוחה כמה מים שהוא יכול) הגוף ינוע כלפי מטה. מצב זה מכונה שקיעה.

משקל הגוף < כוח הציפה ← שקיעה

חשוב לציין שוב ושוב ש**כוח הציפה הפועל על הגוף שווה לנפח הגוף השקוע במים**. חפצים קטנים דוחים נפח קטן של מים, ומכאן שכוח הציפה הפועל עליהם קטן. אף על פי כן, גם גופים קלים יכולים לשקוע (כמו בדוגמה של מהדק הנייר). גופים גדולים לעומתם, דוחים נפח גדול של מים, אי לכך כוח הציפה שפועל עליהם גדול יותר מזה המופעל על חפצים קטנים, ומכאן שעל אף גודלם, גופים כאלו יכולים לצוף (כמו במקרה של מכלית הנפט).

לקריאה נוספת:

Hewitt P. G. (2006), Conceptual Physics (10th edition), Pearson Education Ltd

תפישות שגויות של תלמידים לגבי ציפה ושקיעה

תפישת עולם הטבע של ילדים מבוססת על ההתנסויות והחוויית 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.

הנקודות הבאות מהוות הזדמנות למורים לדון באופן מעמיק יותר בנושא:

גופים קטנים/קלים/צפים, גופים גדולים/כבדים/שוקעים

באופן אינטואיטיבי תלמידים נוטים לחשוב שגופים כבדים שוקעים בעוד שגופים קלים צפים, למרות שגם כאשר הניסיון היומיומי שלהם מעיד שאבחנה זו שגויה. חשוב להבין שאף על פי שעדויות שונות מהוות ראייה לכך שמדובר בתפיסה שגויה, הנטייה הטבעית של ילדים (וגם של מבוגרים) היא להתמקד בתכונות אלו כאשר הם מתבקשים לשער אילו גופים יצופו ואילו ישקעו. הדבר אינו מפתיע, אך מעיד על הצורך בדיון מובנה שיקרא תיגר על תפיסות אלו ויספק דוגמאות שכנגד, המעידות על כך שמשקל בלבד אינו הגורם המכריע לגבי יכולתו של גוף לצוף או לשקוע. מדובר במשימה מורכבת מכיוון שהיא דורשת התמודדות עם שני מושגים בוזמנית: משקל וגודל (נפח). משקלו של גוף ביחס לגודלו הוא זה שקובע את יכולתו לצוף או לשקוע. פרק 2 עוסק בהרחבה בסוגיה זו, ומעניק לתלמידים בסיס למחשבה מחודשת בנושא. סביר להניח שתלמידים יחשבו שחפצים קטנים וקלים, כמו מהדק נייר, יצופו, בעוד שחפצים גדולים וכבדים יחסים, כמו בול עץ, ישקעו. ההיגיון המונח בבסיס המחשבה מובן לחלוטין, אך אינו לוקח בחשבון את היחס בין המשקל לגודל.

גופים חלולים המכילים אוויר - צפים

מדובר בתפיסה רווחת ואינטואיטיבית. כדי להסביר את האינטואיציה שלנו, כדאי אולי להבהיר לתלמידים שגם אוויר הוא חומר, וככזה הוא יכול להפוך חפצים לקלים ביחס לגודלם. אוויר אינו שוקל הרבה, כך שהוא אינו מגדיל בצורה משמעותית את משקל הגוף, אבל הוא כן יכול להגדיל בצורה משמעותית את הגודל (הנפח) שלו. הפעילות בתת-סעיף 2.3 מדגימה זאת היטב. זה העיקרון העומד בבסיס הפעולה של צוללות: על מנת לשקוע מתחת לפני המים - הן ממלאות את המכלים שבתוכן במים על מנת להפוך לכבדות יחסית לגודלן, על מנת לצוף בחזרה - הן מחליפות את המים שבמכלים באוויר, עובדה שהופכת אותן לקלות ביחס לגודלן.

גופים עם חורים - שוקעים

יש להניח שהרעיון שגופים עם חורים שוקעים נובע מניסיון של משחק במים ומצפייה בסרטים שבהם הספינות סופגות פגיעה בגוף הספינה הגורמת להן לשקוע (לדוגמה 'טיטאניק'). עם זאת, ניסויים עם גופים מחוררים שונים, מוכיחים שלא כל הגופים האלו שוקעים. הנקודה שחשוב להבהיר היא שלא די שבחפץ מסוים יהיה חור, אלא שהחור הזה צריך לאפשר את מילוי הגוף כולו במים, דבר המגדיל את משקלו ביחס לגודלו, וגורם לו לשקוע. כאשר המים אינם נשארים בחפץ, לא יכול להיווצר שינוי משמעותי בגודל הגוף ולכן הוא לא ישקע. דוגמאות למקרים כאלו הם חתיכת עץ או נר שעווה מחוררים.

כמות גדולה של מים גורמת לדברים לצוף, או כוח הציפה המופעל על גוף תלוייה בעומק המים שבו הגוף נמצא

ילדים חושבים לפעמים שהימצאות במים עמוקים יגרמו לחפצים לצוף טוב יותר. יש להניח שהרעיון הזה נובע מהתחושה של העלייה בלחץ ככל שאנחנו מעמיקים לצלול. חשוב להבהיר לילדים שהעלייה בלחץ אינו גורם לגופים לצוף. להיפך! ספינה טרופה תשקע למצולות למרות שהלחץ גדל יותר ויותר ככל שהיא שוקעת. חשוב שהילדים יבינו שהגוף יצוף בלי קשר לכמות המים, בתנאי שיש לו מספיק עומק ומקום כדי לא לגעת בקרקעית המכל או מאגר המים.

חפצים רכים צפים, חפצים קשים שוקעים

התפיסה הזאת שגויה, וניתן לבחון אותה באמצעות ניסויים עם חפצים שונים (כדורים מחומרים שונים הן דרך טובה לעשות זאת). יש להניח שהתפיסה השגויה הזאת נובע מבלבול בין מושג הגוף למושג החומר (ר' הסעיף הבא).

ציפה/שקיעה של גופים תלויה רק בחומרים שמהם הם עשויים

הדבר נובע לעתים קרובות מבלבול בין מושג הגוף למושג החומר. הדוגמא של מהדק הנייר ומכלית הנפט מדגימה את הנקודה. מתכת היא חומר ששוקע, שניתן להשתמש בו כדי לבנות חפץ (גוף) שצף.

גופים שטוחים צפים

תפיסה שגויה רווחת היא שציפה מתרחשת כתוצאה ממגע עם פני השטח של המים, ומכאן שמגע מרבי בין הגוף למים הוא הסיבה לציפה. הדבר נובע ככל הנראה מהמחשבה ששטח מגע גדול יותר עם המים, מאפשר למים 'לדחוף' את הגוף אל פני המים. חשוב לכן להבהיר לילדים שלא כך פועל כוח הציפה. (פרט למקרים מאוד מיוחדים שבו הגופים כל כך קלים שהם אינם פוגעים במתח הפנים של המים. לדוגמה, במקרים של חרקים מסוימים כמו שפיריות ש'הולכים' על המים). ניתן לבחון תפיסה זו באמצעות התנסות עם צורות שטוחות ששוקעות במים תוך זמן לילדים לדון בתוצאות.

גופים עם צורות גיאומטריות צפים, בעוד שאחרים שוקעים. ציפה ושקיעה תלויים בצורת החפץ

ילדים נוטים לעתים קרובות לייחס את הציפה או השקיעה לצורת החפץ. ייתכן שתפיסה זו נובעת מהאופן שבו מעוצבות סירות, ספינות ושאר כלי שיט. ניתן לבחון תפיסה זו בקלות. לדוגמה, מהדק נייר ישקע בלי קשר לצורה שבו יעצבו אותו.

כשחלק מהחפץ נמצא מחוץ למים, סימן שהחפץ צף. כאשר כל הגוף נמצא בתוך המים, סימן שהחפץ שקע
הדבר נובע מההבדל בין הגדרת מושג הציפה בשפה המדוברת לבין זו שבמדע. חפץ צף כל זמן שהוא אינו יורד לקרקעית ומונח עליה. ההגדרה לשקיעה היא המצב שבו כוח המשיכה גדול מכוח הציפה, אין שוויון כוחות והגוף נע כלפי מטה. לדוגמה דג צף גם אם הוא נמצא כל כולו בתוך המים

לקריאה נוספת:

1. ÇEPNİ, S., ŞAHİN, Ç. & İPEK, H. (2010) **Teaching floating and sinking concepts with different methods and techniques based on the 5E instructional model.** Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, Volume 11, Issue 2, Article 5.
2. Joung, Y.J. (2009) **Children's Typically-Perceived- Situations of Floating and Sinking** International Journal of Science Education, 1 (31) , pp. 101–127
3. Moore, T. & Harrison, A. (2007). **Floating and sinking: Everyday science in middle school.** 1-14. <http://www.aare.edu.au/04pap/moo04323.pdf>, (accessed July 13, 2012).
4. Parker, J. & Heywood, D. (2000). **Exploring the relationship between subject Knowledge and pedagogic content knowledge in primary teachers' learning about forces.** International Journal of Science Education, 22(1), 89-111.
5. Thompson F., Logue S. (2006). **An exploration of common pupil misconceptions in science** International Education Journal 7(4), 553-559.
6. ÜNAL, S. & COŞTU, b. (2005). **Problematic issue for pupils: Does it sink or float?** Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, Volume 6, Issue 1, Article 3,
7. Yin, Y., Tomita, M. & Shavelson R. (2008). **Diagnosing and Dealing with Pupil Misconceptions: Floating and Sinking** Science Scope, v31 n8 p34-39

מילון מושגים

כוח ציפה

היכולת של נוזל ליצור כוח הפועל כלפי מעלה על גוף המושם בתוכו. כוח הציפה פועל ביחס ישר לנפח הגוף המוכנס לנוזל.

מיון/סיווג

חלוקה לפי קטגוריות המבוססות על פי ערכים או מאפיינים בעלי מכנה משותף. לדוגמה, החלוקה (מיון/סיווג) של חומר לנוזל, גז, ומוצק.

מד כוח (דינמומטר)

דינמומטר הוא מכשיר למדידת כוח, בו המדד למידת הכוח הוא מידת התארכות הקפיץ של המכשיר.

תהליך התיכון ההנדסי

תהליך התיכון ההנדסי מורכב מחמישה שלבים (שאינם בהכרח תמיד עוקבים. כלומר, ניתן לבצע שלב מסוים, ואחר כך לחזור לשלב קודם, ולהיפך): איסוף מידע; העלאת רעיונות לפתרון; תכנון; בניה; הערכה ושיפור. מדובר במודל מופשט שנועד להקל על התלמידים להבין את תהליכי העבודה של מהנדסים.

מהנדס/ת

אדם המשתמש בידע שלו ובכישוריו במתמטיקה ובתחומים מדעיים אחרים כדי לתכנן ולבנות דברים שנועדו לתת מענה לצרכים.

ניסוי מדעי

בדיקה בתנאים מבוקרים כדי לגלות מידע שאנחנו זקוקים לו, או לבחון אם בבסיס תופעה מסוימת עומד עיקרון עקבי.

ציפה

ציפה היא מצב שבו גוף הנמצא במים (נוזל) אינו שוקע. במצב זה משקל הגוף שווה לכוח הציפה. גוף יכול לצוף מעל פני המים כך שרק חלק ממנו שקוע בהם או כשהוא כולו שקוע במים (אבל לא מונח על הקרקעית).

כוח המשיכה

הכוח שמפעיל כדור הארץ על כל הגופים.

כוח

כוחות פיזיקליים גורמים לגופים לשנות את תנועתם (להתחיל או להפסיק לנוע, לשנות מהירות או כיוון תנועה) או לשנות צורה.

תצפית

הפעולה של רישום תוצאות למשל של תופעה כלשהי. ניתן לבצע את הפעולה עם או בלי מכשירים.

מהנדס ימי

מהנדס העוסק בפתרון בעיות הנדסיות הקשורות בסביבה ימית.

תופעה

אירוע שניתן לצפות בו.

עקרונות פיזיקליים

התהליכים והמושגים שאנחנו משתמשים בהם כדי לתאר את העולם סביבנו.

תכונות פיזיקליות

תכונות שניתן לצפות בהן או למדוד אותן בלי לשנות את מצבו של החומר. תכונות פיזיקליות משמשות כדי לצפות בחומר ולתארו.

מדעי הפיזיקה

הפיזיקה מתארת ומסבירה את התופעות הפיזיקליות (החומריות) בעולמנו.

תהליך החקר המדעי

שורה של צעדים ושיטות שנועדו לחקור תופעות, לרכוש מידע חדש, לתקן מידע קיים, או לשלב בין מידע קיים למידע חדש.

שקיעה

שקיעה היא מצב שבו גוף המוכנס למים שוקל יותר מכוח הציפה המופעל עליו. כתוצאה מכך הגוף נע לעבר הקרקעית.

משתנים

ערכים שאפשר לשנותם. כאשר אנחנו עורכים ניסוי או מנסים לפתור בעיה, אנחנו צריכים להבחין בין משתנים תלויים למשתנים בלתי תלויים.

משתנים בלתי תלויים

משתנים בלתי תלויים הם הערכים שהאדם העורך את הניסוי בוחר לשנות על מנת לראות כיצד אותו שינוי משפיע על התוצאה.

משתנים תלויים

משתנים תלויים הם ערכים המושפעים/משתנים כתוצאה מהשינוי בערכים הבלתי תלויים (ר' מעלה). לדוגמה, בניסוי שלנו על חפצים צפים ושוקעים, המשתנים הבלתי תלויים יכולים להיות המשקל, הנפח, הצבע, הטמפרטורה של הגוף וכו'. המשתנה התלוי, לעומת זאת, יהיה העומק שאליו הגוף ישקע.

נפח

המקום שהחומר תופס.

משקל

מדידה של כוח המשיכה המופעל על גופים.

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 Museum
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 till 2015 and on www.scientix.eu



MUSEO
NAZIONALE
DELLA SCIENZA
E DELLA
TECNOLOGIA
LEONARDO
DA VINCI

NEMO
Science
Center

Teknikens Hus

Techmania
Science Center

Experimentarium®
Center for Science and Technology Communication

ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ
1954
ΕΣΕ

musée
des arts et métiers
le cnam

SCIENCE OXFORD

Deutsches Museum
BONN

Museum of Science.

ecsite
EUROPEAN NETWORK
SCIENCE CENTRES & MUSEUMS
ICASE

ARTTIC



Manchester
Metropolitan
University



University of the
West of England

