

צעצוע של סיפור

תכנון ובנייה של מנגנונים מכניים



יחידת לימוד בהנדסת מכונות

מנגנוני תמסורת

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

הגישה הפדגוגית שלנו

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

מבנה היחידות

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

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

תמיכה במורה

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

זכויות יוצרים

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

ניתן לך החופש:

- לשתף - להעתיק, להפיץ ולהעביר את היצירה
- להכין רמיקס - לעבד את היצירה

בכפוף לתנאי הבא:

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

תוכן עניינים

2	.....	הקדמה	
6	.....	מידע כללי	
7	.....	ציוד וחומרים	
11	.....	שיעור הכנה – תכנון ובנייה של מעטפות ואריזות	
12	.....	פתיחה – עבודה בקבוצות ודיון במליאה – 10 דק'	0.1
12	.....	פעילות 1: מהי אריזה? – עבודה בקבוצות – 5 דק'	0.2
13	.....	פעילות 2: התאמה בין אריזות לחפצים – עבודה בקבוצה ודיון במליאה – 15 דק'	0.3
13	.....	פעילות בחירה – 10-30 דקות – עבודה בקבוצות	0.4
14	.....	סיכום – 10 דקות – דיון במליאה	0.5
15	.....	הערכה של הישגים ותוצאות - פעילות בחירה	0.6
16	.....	פרק 1 – הצגת הצורך ומשימת האתגר ההנדסית	
17	.....	פתיחה – חנות הצעצועים של מר צעצוען – דיון במליאה – 10 דק'	1.1
17	.....	מהו חפץ מכני? – עבודה בקבוצות – 25 דק'	1.2
17	.....	הצגת הממצאים של כל קבוצה בפני הכיתה – 25 דק'	1.3
18	.....	סיכום – דיון במליאה – 10 דק'	1.4
19	.....	פרק 2 – מה אנחנו צריכים לדעת?	
20	.....	פתיחה – סקירה של הפרק הקודם – דיון בכיתה – 15 דק'	2.1
20	.....	מה קורה בתוך מנגנונים מכניים? - פעילות בקבוצות – 20 דק'	2.2
20	.....	היכרות עם גלגלי זיזים! – עבודה בקבוצות – 80 דק'	2.3
21	.....	פעילות בחירה: היכרות עם תמסורת גלגלי שיניים! – עבודה בקבוצות - 80 דק'	2.4
21	.....	סיכום – דיון במליאה – 5 דק'	2.5
23	.....	פרק 3 – כאן בונים!	
24	.....	פתיחה – סקירה של הפרק הקודם – דיון במליאה – 10 דק'	3.1
24	.....	צעצועים מכניים – עבודה בקבוצות – 60 דק'	3.2
24	.....	פעילות בחירה – מונה – עבודה בקבוצות – 80 דק'	3.3
25	.....	סיכום – דיון במליאה – 30 דק'	3.4
26	.....	פרק 4 – אז איך הלך לנו?	
27	.....	פתיחה – דיון בכיתה – 15 דק'	4.1

27	שיפורים – עבודה בקבוצות – 60 דק'	4.2
27	סיכום – דיון במליאה – 25 דק'	4.3
28	נספחים	
28	סיפור: מר צעזועון	
30	תהליך התיכון ההנדסי	
31	דפי עבודה, כולל תשובות	
32	דף עבודה 1 פרק 0 – הנדסה או לא הנדסה?	
33	דף עבודה 1 פרק 0 – הנדסה? – הערות למורה	
34	דף עבודה 1 פרק 1 – היכן החפץ המכני?	
35	תשובות לדף עבודה 1 פרק 1 – היכן החפץ המכני?	
36	המשך תשובות לדף עבודה 1 פרק 1 – היכן החפץ המכני?	
37	דף עבודה 1 פרק 2 – מהו חפץ מכני?	
38	דף עבודה 1 פרק 2 – מהו חפץ מכני?	
39	דף עבודה 1 פרק 2 – מהו חפץ מכני?	
40	דף עבודה 1 פרק 2 – מהו חפץ מכני?	
41	תשובות - דף עבודה 1 פרק 2 – מהו חפץ מכני?	
42	תשובות - דף עבודה 1 פרק 2 – מהו חפץ מכני?	
43	תשובות - דף עבודה 1 פרק 2 – מהו חפץ מכני	
44	תשובות - דף עבודה 1 פרק 2 – מהו חפץ מכני	
45	דף עבודה 2 פרק 2 – מהם זיזים? (1/3)	
46	המשך דף עבודה 2 פרק 2 – מהם זיזים?	
47	דף עבודה 3 פרק 2 – מהם זיזים? (2/3)	
48	תשובות - דף עבודה 3 פרק 2 – מהם זיזים? (2/3)	
49	תבניות לזיזים	
50	דף עבודה 4 פרק 2 – בואו נשחק בזיזים!	
51	תשובות - דף עבודה 4 פרק 2 – בואו נשחק בזיזים!	
52	דף עבודה 5 פרק 2 – מהן תמסורות גלגלי שיניים?	
53	תשובות – דף עבודה 5 פרק 2 – מהם תמסורות של גלגלי שיניים?	
54	התלמידים צריכים להבחין ש:	
55	הצעות לבניית צעזועים מכניים	

58 כיצד לבנות מונה

60 תבניות לגלגל הספירה

61 חומר רקע מדעי למורים על מכניקה

63 תפישות שגויות של תלמידים לגבי מדעי הכוחות והתנועה

65 שותפים



משך היחידה: 6 שעות ו- 40 דקות (400 דקות)

קהל יעד: תלמידי כיתות ד'-ו'

תקציר: באמצעות נטילת חלק במשימות האתגר ביחידה זו, הכוללת תכנון ובנייה של מנגנוני תמסורת בצעצועים או מונה, התלמידים עובדים כמהנדסים ולומדים על מכניקה, עם דגש של המרה ושינוי של תנועה. במהלך היחידה התלמידים מפעילים חפצים אמיתיים וכך מכירים מרכיבים מכניים מרכזיים (זיזים, מנופים, וגלגלי שיניים) ומבינים כיצד חפצים עובדים. התלמידים משתמשים בחומרים פשוטים כדי לבחון את השערותיהם ורעיונותיהם, ואחר כך מכניסים בהם שיפורים. התלמידים עובדים בקבוצות, עורכים דיונים ולומדים להציג את רעיונותיהם בפני אחרים. היחידה נועדה לעורר את העניין של ילדים במדע ובהנדסה, על אף הקשיים שנתקלים בהם בדרך. סיפור המסגרת מקשר בין כל חלקי היחידה ומנחה את התלמידים לאורך כל הפרקים. הפרק האחרון (פרק 4) עוסק בהערכה ובשיפור, והוא נועד לסייע לתלמידים להציב דרישות לתוצר שבנו, שיאפשרו להם לדעת אם, ובאיזו מידה, הם עמדו בהצלחה במשימת האתגר ההנדסית.

קשר לתוכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה: מדעי החומר – אנרגיה: אנרגיית תנועה (העברת תנועה); טכנולוגיה – פתרון בעיות: תהליך התיכון ההנדסי (תכנון ובנייה של מנגנון תמסורת).

תחום ההנדסה: הנדסת מכונות

מטרות היחידה:

- התלמידים ירכשו ידע בסיסי על עקרונות המדעיים הקשורים בכוחות פיזיקליים ובתנועה, הדרושים לשם ביצוע משימת האתגר.
- התלמידים ילמדו כיצד ליישם עקרונות יסוד בהנדסה לשם תכנון ובנייה של צעצועים מכניים.
- התלמידים ילמדו ליישם את שלביו השונים של תהליך התיכון על מנת לפתור את משימת האתגר הנדסית.

יחידת הלימוד כוללת את החלקים הבאים:

שיעור הכנה - מטרתו להעלות את המודעות להשפעה של ההנדסה והטכנולוגיה על חיי היומיום בדרכים שאינן תמיד גלויות לעין. **פרק ראשון** - כולל הצגה של משימת האתגר ההנדסית, הקשרה, ואת תהליך התיכון ההנדסי. משימת האתגר ביחידה הנוכחית היא בנייה של מונה או של צעצוע מכני. לשם כך, התלמידים ילמדו בשלב ראשון לנתח את אופן התנועה ואת הדרך שבה ניתן להמיר או לשנות אותה. **פרק שני** - כולל את שלב איסוף המידע בתהליך התיכון ההנדסי, ומקנה לתלמידים את עקרונות בסיסיים במכניקה. המורה והתלמידים יכולים לבחור בין תכנון ובנייה של מונה (ובכך לבחון את אופן הפעולה של תמסורת גלגלי שיניים), ובין תכנון ובנייה של צעצוע מכני (ובכך לבחון את אופן הפעולה של תמסורת באמצעות גלגל זיזים). הפרק מאפשר לתלמידים לרכוש את הידע הנדרש כדי לבנות 'מכונה' קטנה משל עצמם. **פרק שלישי** – בפרק זה התלמידים מיישמים את תהליך התיכון ההנדסי כדי לפתור את משימת האתגר. משימת האתגר ביחידה זו היא לתכנן ולבנות מונה או צעצוע מכני. התלמידים יכולים להתחיל במה שמוצע ב'מדריך למורה' בנספחים, או להמציא צעצוע או מונה משלהם בעקבות בחינה ובדיקה של חומרים שונים. **פרק רביעי** – זה הזמן להעריך את תהליך העבודה שנעשה במהלך יחידת הלימוד, תוך התייחסות לשלבי תהליך התיכון ההנדסי. זאת ההזדמנות של התלמידים לבדוק אם המוצר שבנו, עומד בדרישות, שעליהן החליטו מלכתחילה, ולשוחח על האופן שבו הם הכניסו שיפורים בדגם המקורי.



ציוד וחומרים




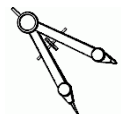






הטבלה הבאה כוללת ציוד וחומרים עבור 30 תלמידים

פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור הכנה	סך הכול	חומרים
30	30	30	1		30	מספריים
20	20	30			40	גומיות
30	30	30			30	מקלות דבק
5	5	3			13	בלו טק (דבק-מסטיק)
30	30	40			100	מוט עץ עגול (דיבל עץ)
20	30	50			100	קשיות שתייה
1	1	1			3	נייר דבק
1	1	1			1	אקדח דבק
5	5	5			5	דקר
	15	15			15	תיבה מקלקר
30	30	30	30		30	עפרונות

פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור הכנה	סך הכול	חומרים
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$				1	חוט
	15	15			30	קופסאות קרטון
1	1				1	סכין יפנית למורה (לא חובה)
10	10				20	פקקי שעם
X	X	X			X	קרטון
X	X				X	פלסטלינה
X	X	X				נייר



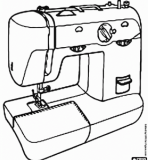



ציוד להדגמות: *המורה יכולה להביא בנוסף לחפצים הבאים גם חפצים לא מכניים, כמו בלון, נעל, ספר, נר, מזלג וכו'.

פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור הכנה	סך הכול	חומרים
		1	1		1	אופניים
			1		1	שעון
			1		1	מרדד
		1	1		1	פותרן יינות
			1		1	מטריה

פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור הכנה	סך הכול	חומרים
						
			1		1	מספרים 
			2		2	עטים ועפרונות 
4	4	1			4	מחוגה 
			1		1	תרמיל 
1	1	1	1		1	צעצוע מכני 
			1		1	מצלמה 
			1		1	עגורן צעצוע 
			1		1	משאית מכבי אש 
			1		1	מנורה עם מנגנון מכני ברור 

ציוד אופציונאלי להדגמות

החומרים המופיעים בטבלה הבאה הם אופציונאליים. הצגה של אחד מהם או יותר על ידי המורה, עשויה להפוך את הדיון לערני ומעניין יותר.

פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור הכנה	סך הכול	חומרים
			1		1	מכונת כתיבה 
			1		1	מיקרוסקופ 
			1		1	מכונת תפירה 
			1		1	מייבש צנטריפוגלי לחסה ולעשבי תיבול 
			1		1	מקציף ידני 
		10 ערכות			10 ערכות	ערכת גלגלים (רצוי מתוצרת 'לגו') 

שיעור הכנה – תכנון ובנייה של מעטפות ואריזות מהי הנדסה ומה עושים מהנדסים?

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



מטרות:

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

ציוד וחומרים (ל- 30 תלמידים):

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



הכנות:

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

אופן העבודה בכיתה:

- עבודה בקבוצות
- דיון במליאה



תקציר השיעור:



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

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

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

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

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

0.1 פתיחה – עבודה בקבוצות ודין במליאה – 10 דק'

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

חומר נוסף לדין

ניתן להרחיב חלק זה באמצעות תמונות של דוגמאות טיפוסיות להנדסה לעומת דוגמאות חריגות. המורה תבקש את התלמידים לחלק את התמונות לאלו שמתקשרות אצלם עם המילים הנדסה וטכנולוגיה 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 לדין בכיתה; המורה תנסה לעודד את התלמידים להרחיב את ההגדרות של הנדסה וטכנולוגיה, כמו גם את המושגים שלהם בנוגע למהנדסים, מהנדסות, ממצאים וממציאות.

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

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



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

0.3

פעילות 2: התאמה בין אריזות לחפצים – עבודה בקבוצה 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 מספריים 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 המחשבתי 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

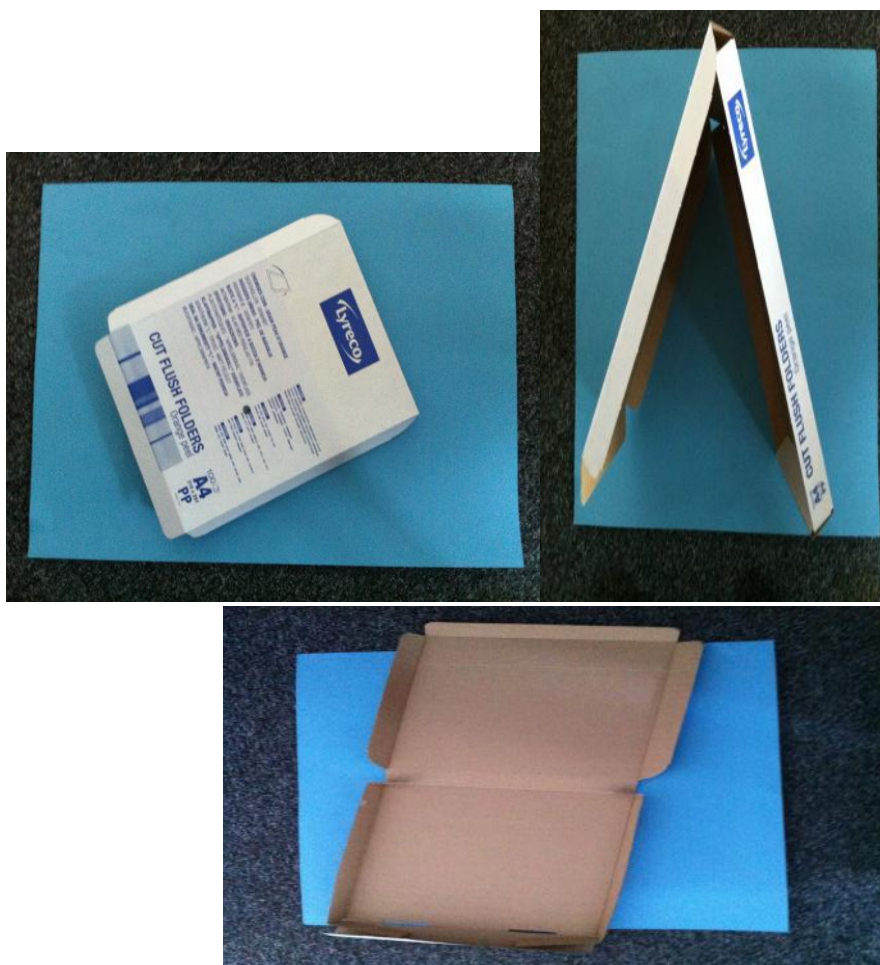
פעילות בחירה – 10-30 דקות – עבודה בקבוצות

חלק א'

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



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



חלק ב'

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

0.5 סיכום – 10 דקות – דיון במליאה

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

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



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

0.6 הערכה של הישגים ותוצאות - פעילות בחירה

בסוף השיעור תלמידים צריכים להיות מסוגלים:

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

פרק 1 – הצגת הצורך ומשימת האתגר ההנדסית

משך הפרק: 70 דק'



מטרות:

- התלמידים יזהו את האופן שבו מכונות הופכות כוחות לתנועה.
- התלמידים יכירו את תהליך התיכון ההנדסי שישמש אותם לפתרון משימת האתגר ההנדסית.
- התלמידים ילמדו לעבוד בשיתוף פעולה בצורה יעילה וממוקדת-מטרה.

ציוד וחומרים (ל-30 תלמידים):



- חפצים שונים להדגמה, חלקם יובאו על ידי המורה וחלקם על ידי התלמידים.

□ 30X דפי עבודה 1 פרק 1

הכנות:

- לצלם 30 עותקים של דפי עבודה 1
- לבקש מהתלמידים להביא מראש צעצוע להקריא את הסיפור
- להחליט אם התלמידים יבנו מונה במסגרת פעילות הבחירה

אופן העבודה בכיתה:



- דיון במליאה לשם יצירת הקשר
- עבודה וניסוי בקבוצות
- דיון במליאה לשם בחינת התוצאות

רעיונות מרכזיים:



- מנגנונים מכניים קיימים בחפצים רבים המוכרים להם מחיי היומיום.
- ניתן להבחין בין חפצים מכניים לחפצים שאינם כאלו.
- התנסות בתהליך חקר מדעי בקבוצות.

תקציר הפרק:

בפרק זה נציג את תהליך התיכון ההנדסי, את משימת האתגר ההנדסית ואת סיפור המסגרת. התלמידים ישקלו מה הידע הדרוש להם כדי להשלים את משימת האתגר בהצלחה. התלמידים ילמדו להבחין בין חפצים מכניים וחפצים שאינם כאלו באמצעות בחינה מדוקדקת של החפצים שהם ו/או המורה הביאו לשיעור.



1.1

פתיחה – חנות הצעצועים של מר צעצועון – דיון במליאה – 10 דק'

המורה תקריא לילדים את 'חנות הצעצועים של מר צעצועון (בנספחים). הנה הסיפור בקצרה: מר צעצועון הוא מוכר צעצועים. יום אחד כותב לו בנו, אלפרד, המתגורר רחוק מהבית. אלפרד גר במקום שבו האנשים עניים מאוד והוא עוזר לאנשי המקום לבנות בתיים. אבל הפעם אלפרד מבקש ממר צעצועון לעזור לו לבנות צעצועים מכניים לילדים שאין להם כסף לצעצועים. למרבה הצער, למר צעצועון נגמרו הרעיונות. לכן הוא מחליט לארגן תחרות שבה הילדים בעיר שלו יבנו צעצועים למען ילדים עניים בארצות רחוקות. התחרות כל כך מצליחה שהחנות של מר צעצועון קטנה מכדי להכיל את כל הילדים שמגיעים אליה. למעשה, החנות של מר צעצועון כל כך קטנה שהיא יכולה להכיל רק עשרה ילדים בכל פעם. מר צעצועון מחליט לערוך תחרות נוספת, הפעם לילדים מבוגרים יותר. המשימה הפעם היא למצוא דרך לבנות מנגנון מכני אשר מונה את האנשים הנכנסים לחנות, אשר מתריע כשהחנות מגיעה לקצה גבול הקיבולת.

על המורה להדגיש שבמהלך ארבעת הפרקים הבאים התלמידים יבנו צעצועים מכניים בשביל מר צעצועון. אבל לפני שהתלמידים יתחילו לבנות צעצועים הם מוכרחים להבין שני דברים: ראשית, הם צריכים להבין מהם צעצועים מכניים ובמה הם שונים מצעצועים אחרים, ושנית – עליהם להבין מה גורם לצעצועים מכניים לנוע.

1.2

מהו חפץ מכני? – עבודה בקבוצות – 25 דק'

ביחידה זו התלמידים ילמדו לתכנן ולבנות חפצים מכניים, לכן חשוב להבהיר תחילה מהו חפץ מכני. המורה תבחן עם התלמידים את הצעצועים שהם הביאו כדי להחליט אם מדובר בצעצוע מכני או לא. בנוסף, המורה תביא חפצים מכניים שונים ותציג אותם בפני הכיתה. המורה גם תשאל את התלמידים אילו חפצים מכניים נוספים נמצאים בכיתה. אנחנו ממליצים למורה לאפשר לתלמידים לדון בנושא באריכות. חיוני שהתלמידים יבינו לא רק מהם חפצים מכניים ומהי מכניקה, אלא גם ירכשו ביטחון בכך שהם מסוגלים לזהות חפצים אלו ואת המנגנונים המפעילים אותם (כמו גל זיזים, פלס מים וגלגלי שיניים) בכוחות עצמם. סביר להניח שרוב התלמידים בשלב זה אינם מכירים את השמות הטכניים למנגנונים אלו. לפני שמלמדים אותם את המינוח הטכני המקובל, רצוי לבקש מהם הצעות לגבי מילים שעשויות להתאים למנגנונים אלו. פעילות כזאת תעזור לתלמידים להבין בצורה מעמיקה יותר מה תפקידו של כל מנגנון כזה.

לאחר מכן, המורה תחלק את הכיתה לשש קבוצות, רצוי לצור קבוצות מעורבות מבחינת מגדר והכישרים.

בכל פעם שקבוצה מוצאת חפץ, עליה לענות על השאלות **בדף עבודה 1 פרק 1**. על התלמידים, בעזרת המורה, לנקוב בשמו ובייעודו של החפץ, ולהסביר מדוע הוא מכני, תוך ניסיון להשתמש במינוח מתאים.

1.3

הצגת הממצאים של כל קבוצה בפני הכיתה – 25 דק'

על התלמידים למצוא את המשותף לכל החפצים המכניים ואת המאפיינים המרכזיים של חפצים מכניים, ולנסות לתאר אותם כמיטב יכולתם בשלב זה. המורה תרשום על הלוח את התיאור של כל קבוצה, כולל הסבר מדוע לדעת הקבוצה מדובר בחפץ מכני. זאת ההזדמנות להציג את השלב הראשון של תהליך התיכון ההנדסי – שלף איסוף המידע. המורה תסביר לתלמידים שבשלב הזה שואלים שאלות ואוספים מידע. במקרה הזה, מדובר במידע הנוגע להבדל שבין חפצים מכניים ולא-מכניים, ובניסיון להסביר מה מניע חפצים מכניים ובאילו אופנים הם יכולים לנוע.

הנקודות המרכזיות של המורה להדגיש

חפץ מכני אינו בהכרח מכני בכל חלקיו. יש חפצים שפועלים על חשמל, אך חלקים מסוימים שלהם מכניים. כדי לזהות חפץ מכני אנחנו צריכים לפתוח את החפץ ולראות איך הוא עובד. החלק המכני של

חפץ הוא למעשה המנגנון המכני שנמצא בתוכו. המנגנון עשוי להיות מורכב מגל זיזים, מתמסורת גלגלי שיניים, משרשרת (כמו במקרה של אופניים), מתמסורת גלגלי רצועה, ממנופים ועוד. המנגנון מקשר בין היד או הרגל, המספקים לו את התנועה הראשונית, ובין התנועה הסופית. כשאנחנו רוכבים על אופניים, אנחנו לא מגלגלים בעצמנו את הגלגל, אלא מדוושים, והדיווש מפעיל את השרשרת המחברת בין שני גלגלי השיניים והגלגלים. מכאן שהתנועה הראשונית של הרגליים (דיווש) מפעילה מנגנון מכני. מנגנון מכני מעביר את התנועה הראשונית למקום היעד שבו נעשה שימוש בתנועה. מנגנון מכני יכול להיות אחראי לפעולה של החפץ כולו (כמו במקרה של אופניים), או רק לחלק מסוים של החפץ (כמו במקרה של חוגות בטלפון חוגות ישן).

1.4 סיכום – דיון במליאה – 10 דק'

המורה תסקור את הנקודות המרכזיות שנלמדו בשיעור:

- מנגנון מכני הוא מנגנון שנוער להתמיר (להעביר, להאיץ, להאט, לשנות או להפוך) תנועה. מכאן שהוא מנגנון שתפקידו להניע חפצים שונים בצורות שונות שיתאימו לייעודם.
- השלב הראשון בתהליך התיכון ההנדסי הוא שלב העלאת השאלות ואיסוף המידע. במקרה הזה, כדי לדעת כיצד בונים צעצועים מכניים או מונה, עלינו לדעת מהם מנגנונים מכניים וכיצד הם פועלים.
- למנגנונים מכניים שונים יש שמות משלהם. כמה מהשמות האלו כבר למדנו בשיעור הנוכחי, כמו זיזים ותמסורת גלגלי שיניים.
- העבודה בקבוצות יכולה להניב תוצאות טובות יותר מאשר עבודה לבד מכיוון שהיא מאפשרת לתלמידים לעבוד בשיתוף פעולה ולשמע דעות ורעיונות חדשים.

פרק 2 – מה אנחנו צריכים לדעת? איסוף מידע על מכניקה

משך הפרק: 120 דק'



מטרות:

- התלמידים ילמדו על כוחות פיזיקליים;
- התלמידים יבינו שגלגל עם זיזים ותמסורות של גלגלי שיניים יכולים להעביר תנועה וגם לשנות את כיוונה.
- התלמידים ילמדו שהצורה של המנגנונים המכניים (סוג גלגל הזיזים ו/או גודל גלגלי השיניים) משפיעים על אופן התנועה.

ציוד וחומרים (ל 30 תלמידים):



- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> לניסויים עם גלגלי שיניים | <input type="checkbox"/> 30X דפי עבודה 1, 2 ו-3 פרק 2 |
| <input type="checkbox"/> כמה ערכות הכוללות גלגלים (ר' נספח) | <input type="checkbox"/> פקקי שעם |
| <input type="checkbox"/> לבנייה של גלגל שיניים | <input type="checkbox"/> אופניים |
| <input type="checkbox"/> מכסי פלסטיק בגדלים שונים | <input type="checkbox"/> צעצועים מכניים |
| <input type="checkbox"/> אקדח דבק | <input type="checkbox"/> לניסויים עם זיזים |
| <input type="checkbox"/> קרטון | <input type="checkbox"/> קרטון גלי |
| <input type="checkbox"/> 5 דקרים | <input type="checkbox"/> 30X מספריים |
| <input type="checkbox"/> מקלות קרטון או מסמרים | <input type="checkbox"/> גומיות |
| <input type="checkbox"/> קופסת קלקר | <input type="checkbox"/> 30X מקלות דבק |
| | <input type="checkbox"/> בלו טק |
| | <input type="checkbox"/> מוטות עץ עגולים |
| | <input type="checkbox"/> 50X תבניות של זיזים |
| | <input type="checkbox"/> 50X קשיות שתייה |
| | <input type="checkbox"/> גליונות נייר |

הכנות לפני השיעור

- לבדוק מראש את הניסויים לפני הצגתם בכיתה
- להכין ולארגן את החומרים
- להדפיס דפי עבודה

אופן העבודה בכיתה

- עבודה בקבוצות
- דיון במליאה



תקציר הפרק
 שלב איסוף המידע של תהליך התיכון ההנדסי מוביל לבחינה של מנגנונים מכניים. התלמידים 'נכנסים' לתוך מנגנונים מכניים שונים כדי לבדוק כיצד הם פועלים, ומגלים שהגודל והצורה של גלגל הזיזים ושל תמסורות גלגלי שיניים משפיעים על התנועה. המורה בפרק זה יכולה לבחור בין שתי פעילויות שונות: תכנון ובנייה של מונה (פעילות הדורשת היכרות עם תמסורות גלגלי שיניים), או תכנון ובנייה של צעצועים מכניים (פעילות הדורשת היכרות עם זיזים).

2.1 פתיחה – סקירה של הפרק הקודם – דיון בכיתה – 15 דק'

המורה תסקור בקצרה את פרק 1 ותזכיר לתלמידים את משימת האתגר ההנדסית. היא תזכיר להם את ההבדלים בין חפצים מכניים לחפצים שאינם כאלו במטרה לסייע להם להתמודד עם הפעילות בפרק הנוכחי.

המורה תציג שוב חפץ מכני, או כמה חפצים מכניים, כדי לוודא שהתלמידים זוכרים את המינוחים המקצועיים המרכזיים שנלמדו בפרק הקודם, כולל גלגל זיזים, תמסורת גלגלי שיניים, מנופים, וארכובות. רצוי שהחפצים שיוצגו יהיו גדולים דיים כדי שכל הכיתה תוכל לראות. דוגמה לחפץ כזה עשויה להיות מנורת זרוע מתכווננת עם מנגנונים מכניים פשוטים וקלים לזיהוי. אם יש בכיתה גישה לאינטרנט, ניתן לגלוש לאתר (באנגלית) 'איך דברים עובדים' (www.howstuffworks.com), למצוא שם חפץ מכני, ולגלות כיצד הוא עובד.

2.2 מה קורה בתוך מנגנונים מכניים? - פעילות בקבוצות – 20 דק'

המורה תחלק לכל קבוצה (אנחנו ממליצים על עבודה בקבוצות של 4) את דף עבודה 1 פרק 2. על התלמידים לזהות את החלקים הנעים של כל חפץ ולצבוע אותם. המורה יכולה לבחור לחלק לתלמידים דפי עבודה של כל החפצים, או של חלק מהחפצים (פותחן הבקבוקים, האופניים וכמה צעצועים). אם הדבר אפשרי, רצוי שלרשות כל קבוצה יעמוד גם את החפץ עצמו ולא רק הציור, כדי שלתלמידים תהיה אפשרות להפעיל ולהזיז חלקים שונים בניסיון להבין איזה תפקיד הם ממלאים וביזה אופן הם עושים זאת.

עם סיום הפעילות, תסביר כל קבוצה את האופן שבו פועל החפץ שהיא בחנה לשאר הקבוצות.

בסעיפים הבאים, פעילות 2.3 עוסקת בתכנון ובנייה של צעצועים מכניים ובהיכרות עם גלגלי זיזים ופעילות 2.4, כוללת ניסויים עם גלגלי שיניים ומאפשרת לתלמידים לתכנן ולבנות מונה. הפעילות בתת סעיף 2.4 היא פעילות בחירה אך מאתגרת יותר מהפעילות בתת-סעיף 2.3, והיא עשויה להוסיף נדבך נוסף להיכרות של התלמידים עם מנגנונים מכניים. על המורה להחליט אם לבצע אותה בהתאם לזמן העומד לרשותה ולנטייתיהם של התלמידים.

2.3 היכרות עם גלגלי זיזים! – עבודה בקבוצות – 80 דק'

מטרת הפעילות הנוכחית היא להבין עקרונות מכניים בסיסיים באמצעות עבודה עם זיזים; המשימה הראשונה של התלמידים היא לבנות מנגנון של גלגל זיזים בעזרת דף עבודה 2 פרק 2. הדרך הטובה ביותר היא עבודה בקבוצות בהנחיית המורה, כשהמורה מדגימה כל שלב, ואחר כך נותנת זמן לקבוצות לעבוד בעצמן. לאחר שהתלמידים יסיימו לבנות זיז פשוט ויבינו את הקשר בין הסיבוב של הציר לתנועה של הדגל (אותו מניע הזיז), יוכלו התלמידים להתנסות בבנייה של זיזים שונים – ר' **דף עבודה 3 פרק 2** וגם **תבניות לזיזים**.

התלמידים יפעילו זיזים שונים כדי להבין כיצד הזיזים מעבירים ומשנים את התנועה. הם ישתמשו בשני זיזים פשוטים כדי להבין שני חוקים, לאחר התמודדות עם שתי משימות אתגר (דף עבודה 2) המורה יכולה לבקש מהתלמידים לשער את התוצאות לפני ביצוע הניסויים. היכן המקום הטוב ביותר למקם בו את הזיז על פי התנועה שנבחרה? איזו צורה של זיז מתאימה לתנועה שנבחרה?

למידע נוסף: נסו את משימות האתגר הבאות!

כדי לראות את התלמידים באמת מבינים כיצד הזיז מעביר ומשנה תנועה, המורה יכולה להציג בפני התלמידים את משימת האתגר הבאה. כדי להבין כיצד זיזים פועלים, התלמידים יתבקשו לבנות זיזים בעצמם.

לאחר מכן הם יוכלו לבצע ניסויים עם המנגנון ולבחון זיזים בצורות ובגדלים שונים. התלמידים יתבקשו לרשום את הממצאים בטבלה, בתקווה שממצאים אלו יסייעו להם לפתור משימות אתגר נוספות. **דפי העבודה 3 ו-4** התלמידים יתבקשו לחשוב על דרך אחת או יותר כדי:

1. לגרום ל'עוקב' (דגל למשל) להתרומם גבוה ככל האפשר.
2. לגרום ל'עוקב' להתרומם 8 פעמים עם כל סיבוב אחד מלא של הזיז.

3. לגרום ל'עוקב' להסתובב מהר ככל האפשר.
הנחיות נוספות ניתן למצוא בדפי העבודה בנספחים.

2.4

פעילות בחירה: היכרות עם תמסורת גלגלי שיניים! – עבודה בקבוצות - 80 דק'

כדי להבהיר כיצד פועלות תמסורות גלגלי שיניים, אנחנו מציעים שהמורה תביא לכיתה שעון ותפתח אותו כדי להראות כיצד גלגלי השיניים בפנים פועלים. המורה יכולה להזיז את חלקי השעון השונים כדי להראות את המעבר והשינוי של התנועה.

התלמידים יפעילו תמסורות של גלגלי שיניים כדי להבין כיצד להעביר ולשנות את כיוון התנועה ומהירותה. לשם כך הם ישתמשו בשני גלגלים משוננים בגדלים שונים וירשמו את הממצאים בדפי העבודה המתאימים. בסיום הפעילות, על התלמידים להבין שלושה עקרונות בסיסיים:

1. כדי להעביר תנועה, על גלגלי השיניים לגעת זה בזה.
2. כדי להאיץ את התנועה, הגלגל הסופי צריך להיות קטן מהגלגל הראשון.
3. כדי להאט את התנועה, הגלגל הסופי צריך להיות גדול יותר מהגלגל הראשון.

למידע נוסף, נסו את האתגרים הבאים!

כדי לראות אם התלמידים באמת מבינים את התפקידים השונים של תמסורות גלגלי השיניים (להעביר תנועה, להאיץ תנועה או להאט תנועה), המורה יכולה להציג משימות אתגר מיוחדות בפני הכיתה. לשם כך המורה תעשה שימוש בערכות גלגלים פשוטות (לדוגמה של 'לגו'). יש לשים לב שערכת הגלגלים המשוננים כוללת גלגלים בגדלים שונים, ואם אפשר, גם בצבעים שונים. המורה יכולה גם להחליט ליצור גלגלים משוננים בכוחות עצמה ובעזרת התלמידים. הנחיות נוספות ניתן למצוא בנספחים.

המורה תחלק לכל קבוצה ערכה ותקבע כללים או מגבלות (אתם רשאים להשתמש ב-2 גלגלים בלבד, או: השתמשו בגלגלים הגדולים ביותר).

המורה יכולה גם לבקש מהתלמידים להראות דרך אחת או יותר ל:

- להעביר תנועה.
- לשנות את כיוון התנועה.
- להאיץ תנועה.
- להאט תנועה.
- להפוך תנועה סדירה לתנועה בלתי-סדירה.
- לנחש את הכיוון שבו ינוע הגלגל.

הנחיות נוספות ניתן למצוא בנספחים.

אנחנו מציעים פיתרון אחד לכל משימת אתגר, אבל התלמידים עשויים למצוא פתרונות נוספים. המטרה היא לוודא שהתלמידים אכן מודעים לתפקידים השונים של גלגלי השיניים. אם המורה מבחינה שהתלמידים שולטים היטב בחומר ופותרים בקלות את משימת האתגר הראשונה, היא יכולה להוסיף מגבלה של זמן כדי לאתגר את התלמידים. ניתן גם לבקש מהתלמידים עצמם לקבוע מגבלות וכללים.

2.5

סיכום – דיון במליאה – 5 דק'

בסיום הפרק נסכם את הממצאים של כל אחת מהקבוצות. המורה יכולה לבקש מכל קבוצה להציג את הפיתרון שלה בפני הכיתה. מאחר וחלק מהמידע ישמש גם בפרק הבא, אנחנו מציעים שהמורה תרשום סיכום על הלוח כדי להזכיר לתלמידים:

תמסורות גלגלי שיניים

1. כדי להעביר את אותה תנועה מהגלגל הראשון לגלגל השלישי, על הגלגל הראשון ועל הגלגל האחרון (השלישי) להיות באותו גודל.
2. כדי להאט את התנועה, על הגלגל האחרון להיות גדול יותר מהגלגל הראשון.
3. כדי להפוך תנועה סדירה לתנועה בלתי-סדירה, יש לשנות את צורת הגלגל. כדי להפוך תנועה סדירה ללא סדירה צורת הגלגל צריכה להשתנות. התלמידים ישתמשו בכלל זה כדי לדמיין את

ה'מקשר' בין שני הגלגלים במונה. הגלגל השני צריך להסתובב (באמצעות ה'מקשר' בעקבות הסיבוב של הגלגל הראשון).

זיזים

1. ה'עוקב' ינוע באופן סדיר, אם צורת הזיז עגולה.
2. ה'עוקב' יתרומם ויצנח, אם הזיז בצורת אגס, דמעה, או עיגול עם חור הסוטה מהמרכז. מספר הזיזים בגלגל משפיע גם הוא על תנועת ה'עוקב'.
3. כדי להאיץ את ה'עוקב', הזיז צריך להיות קרוב אליו ככל האפשר.

בסיום הפרק התלמידים יהיו מסוגלים:

- להבין את הקשר בין התנועה ובין המנגנון הנדרש לשם השגת אותה תנועה.
- לבחור את המנגנון המכני המתאים ביותר לאופן התנועה הנדרש.
- להבין שהכללים הרשומים על הלוח חשובים, גם אם הם טרם הבינו אותם במלואם, בפרק הבא תהיה לתלמידים הזדמנות נוספות לבחון את הכללים ולהפנים אותם בצורה טובה יותר.

פרק 3 – כאן בונים! תכנון ובנייה של מנגנון מכני (צעצוע מכני או מונה)

משך השיעור: 100 דק' (ו-80 דק' נוספות אם אתם בוחרים לעשות את פעילות הבחירה)



מטרות:

- התלמידים ישתמשו בתהליך התיכון ההנדסי כדי לתכנן ולבנות צעצוע מכני.
- הילדים יישמו את הידע המדעי על כוחות ותנועה שרכשו בפרקים הקודמים.
- התלמידים ילמדו כיצד לבנות צעצוע מכני לשם הערכה ושיפור בפרק הבא.

חומרים (ל 30 תלמידים)



- | | |
|---|---|
| <p>לצעצוע המכני</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> קופסאות קרטון <input type="checkbox"/> מקלות עץ (לצירים) <input type="checkbox"/> גיליונות נייר <input type="checkbox"/> 30X מקלות דבק <input type="checkbox"/> נייר דבק <input type="checkbox"/> סכין יפני למורה (לא הכרחי) <input type="checkbox"/> פקקי שעם <input type="checkbox"/> גומיות <input type="checkbox"/> 5X דקרים <input type="checkbox"/> קשיות שתייה <input type="checkbox"/> תבניות של זיזים <input type="checkbox"/> בלו טק <input type="checkbox"/> קרטון <input type="checkbox"/> 30X עפרונות | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 15X תבניות כדי ליצור את הצעצוע. מומלץ שכל קבוצה של 2-3 תלמידים תתכנן ותבנה חפץ אחד. <p>למונה</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 30X תבניות של הגלגלים <input type="checkbox"/> קרטון <input type="checkbox"/> מקלות עץ (לציר) <input type="checkbox"/> 30X זוגות מספריים <input type="checkbox"/> פלסטלינה <input type="checkbox"/> 30X קשיות שתייה <input type="checkbox"/> 15X קופסאות (מומלץ להשתמש בקופסאות קלקר) <input type="checkbox"/> 30X עפרונות <input type="checkbox"/> 30X מקלות דבק <input type="checkbox"/> 5X דקרים <input type="checkbox"/> חוט <input type="checkbox"/> חומרים נוספים שניתן לספק בקלות לתלמידים. |
|---|---|

הכנות לפני השיעור:

- להכין את החומרים.
- להכין כמה דוגמאות של המונה (או הצעצוע)

אופן העבודה בכיתה:

- פעילות בקבוצות



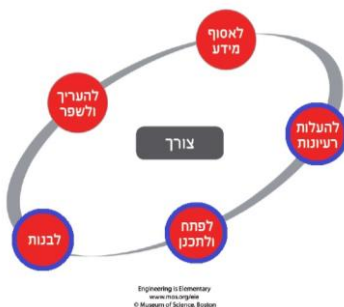
רעיונות מרכזיים

- הילדים ילמדו כיצד לעבור משלב איסוף המידע, העלאת הרעיונות, הפיתוח והתכנון, לשלב הבנייה.
- התלמידים ילמדו כיצד להסביר בבהירות את רעיונותיהם לאחרים.



תקציר הפרק

בפרק הנוכחי יעבדו התלמידים בהתאם לשלבי תהליך התיכון ההנדסי 'העלאת רעיונות', 'פיתוח ותכנון', 'בנייה' ו'הערכה ושיפור'. התלמידים יישמו את הידע המדעי שרכשו בשלבים הקודמים לשם השלמתה של משימת האתגר ההנדסית.



3.1 פתיחה – סקירה של הפרק הקודם – דיון במליאה – 10 דק'

- המורה תסכם, בשיתוף עם התלמידים, את החומר שנלמד בפרק 2 על הקשר בין כוחות לתנועה, ועל התפקיד שממלאים תמסורות גלגלי שיניים וגלגלי זיזים בתהליך התנועה. המורה תדון שוב בכללים שנלמדו בפרק 2 ותזכיר לתלמידים את משימת האתגר ההנדסית. בנוסף, המורה תשוב ותזכיר לתלמידים את חמשת השלבים של תהליך התיכון ההנדסי.
- שלב איסוף המידע: המורה תזכיר לתלמידים את הסיפור על מר צעצוען ואת משימת האתגר ההנדסית.
- שלב העלאת הרעיונות: התלמידים יציעו רעיונות. הם יכולים לעשות תרשימים של הרעיונות כדי להבהיר כיצד בדיוק הם אמורים להיראות.
- שלב התכנון: התלמידים יעזרו בתרשים כדי לבחור את החומרים המתאימים. במציאות, לא מדובר בשלושה שלבים שההבחנה ביניהם כה ברורה וטכנולוגית, אבל כל אחד מהשלבים צריך להיות מיוצג.
- שלב הבנייה: התלמידים יבנו את הדגם הראשוני שלהם.
- בשלב החמישי, 'הערכה ושיפור', נדון בפרק 4.

3.2 צעצועים מכניים – עבודה בקבוצות – 60 דק'

שלב 1: בחינה ופירוק של צעצועים כדי לבחון את אופני החיבור השונים בין החלקים
 המורה תציג בפני הכיתה צעצוע מכני. המורה תשאל שאלות כמו: 'איזה תנועות הצעצוע יכול לעשות?' 'איך החלק הזה זז/מסתובב?' 'מה גורם לו להסתובב?', וכדומה. לאחר שהתלמידים יעלו רעיונות ויסבירו כיצד לדעתם הצעצוע פועל, המורה תפרק את הצעצוע ותסביר את המנגנון המכני המניע אותו.

שלב 2: סיעור מוחות

התלמידים יתבקשו לתת דוגמאות של סיפורי עם מוכרים כמו כיפה אדומה או סינדרלה ומתוכם המורה ו/או הקבוצות יבחרו סיפור. התלמידים יחשבו איזו דמות מתוך הסיפור הם רוצים לכלול במנגנון המכני שלהם. אנחנו ממליצים על עבודה בקבוצות של ארבעה תלמידים. כל קבוצה תחליט על סוג התנועה המתאים לצעצוע שלה ותעשה תרשים של המנגנון המכני. לאחר מכן תתבקש כל קבוצה לערוך רשימה של החומרים להם יזדקקו לשם הכנת הצעצוע.

שלב 3: בניית הצעצוע

המורה תביא לכל קבוצה את החומרים שהוכנו בעוד מועד. ניתן גם להוסיף חומרים שקבוצה מסוימת מעוניינת בהם באופן מיוחד. בנספחים מופיעים שלבים מפורטים המסבירים כיצד לבנות צעצוע מכני.

שלב 4: הצגה של הדגם הראשוני

מדובר בחלק חשוב של תהליך התיכון ההנדסי, המקנה לתלמידים הזדמנות ראשונה להעריך את מידת ההצלחה של המוצר שבנו.

3.3 פעילות בחירה – מונה – עבודה בקבוצות – 80 דק'

בניית מונה מאתגרת יותר מאשר בנייה של צעצוע מכני. לכן מדובר בפעילות רשות לתלמידים מתקדמים יותר, או בכיתות גבוהות יותר.

שלב 1: סיעור מוחות

התלמידים מתבקשים לתאר מונה. ניתן ורצוי להזכיר להם מנגנונים דומים שהם נתקלו בהם בחנויות, בבתיים או בבית הספר. התלמידים יסבירו מה ניתן לעשות עם מונה למשל פעולות חיבור וחיסור. בסוף הדיון, תזכיר המורה לתלמידים את משימת האתגר ההנדסית: לבנות מונה שימנה את מספר האנשים הנכנסים לחנות של מר צעצוען.

שלב 2: בניית המונה

בנספחים מופיעים שלבים מפורטים המסבירים כיצד לבנות מונה.

שלב 3: הצגה של הדגם הראשוני**3.4 סיכום – דיון במליאה – 30 דק'**

בסוף פרק 3 התלמידים יבחנו את הדגם שלהם ויציינו כל בעיה שעלתה במהלך השימוש בו. את השיפורים עצמם יבצעו התלמידים במהלך פרק 4.

כל קבוצה תציג את הדגם הראשוני שלה בפני הכיתה. התלמידים האחרים יעלו הצעות ורעיונות לשיפור הדגם. כל קבוצה תרשום את ההערות שניתנו לה על ידי חבריה לכיתה. יש להבהיר לתלמידים שהם צריכים לשמור על רשימת השיפורים שהוצעו להם לפרק הבא.

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

משך השיעור: 100 דק'



מטרות:

- התלמידים ילמדו כיצד להעריך ולשפר את הצעצוע המכני או את המונה שהם בנו.
- התלמידים ילמדו כיצד לשפר את הדגם הראשוני של הצעצוע או המונה שהם בנו.

חומרים (ל 30 תלמידים):



- | | | | |
|--------------------------|---|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | המנגנון המכני שהתלמידים בנו במהלך פרק 3 | <input type="checkbox"/> | דבק |
| <input type="checkbox"/> | (הצעצוע המכני או המונה) | <input type="checkbox"/> | מספריים |
| <input type="checkbox"/> | עפרונות | <input type="checkbox"/> | חומרים שהתבקשו באופן מיוחד על ידי התלמידים, בהתאם לשיפורים שברצונם להכניס |
| <input type="checkbox"/> | דפי נייר | | |

הכנות לפני השיעור

- לדאוג שהמנגנונים המכניים שהתלמידים בנו בפרק הקודם יהיו זמינים.
- להכין את החומרים הנחוצים לשיעור.

אופן העבודה בכיתה:



- עבודה בקבוצות
- דיון במליאה

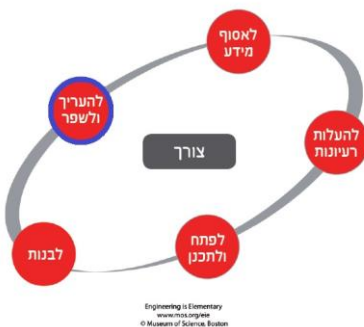
רעיונות מרכזיים:



- חזרה על תהליך התיכון ההנדסי על מנת לוודא שהתלמידים הפנימו את התהליך.
- הערכה ושיפור הם חלק בלתי נפרד מתהליך התיכון ההנדסי, ושלעיתים נדירות מהנדסים ומהנדסות מצליחים לבנות מוצר מושלם כבר בניסיון הראשון.

תקציר הפרק

בפרק זה התלמידים יעריכו את המנגנונים המכניים שהם בנו בפרק הקודם. האם הם עמדו בהצלחה במשימת האתגר? כיצד הם יישמו את הידע המדעי שהם רכשו? באיזה אופן סייע להם תהליך התיכון ההנדסי? זה גם הרגע שבו הם יכולים להציג את הפיתרונות שלהם למשימת האתגר, ולהיות גאים בידע שהם רכשו ובמנגנונים שהם יצרו.



4.1 פתיחה – דיון בכיתה – 15 דק'

המורה, בשיתוף התלמידים, תסכם את ההישגים שאליהם הגיעו התלמידים בפרק 3. לאחר מכן, תציג כל קבוצה את התוכנית שלה לשיפור הצעצוע שהיא בנתה, על סמך ההערות שניתנו לה בשיעור הקודם.

4.2 שיפורים – עבודה בקבוצות – 60 דק'

התלמידים צריכים להכניס שיפורים חשובים במנגנונים המכניים שהם בנו (בין אם מדובר בצעצוע ובין אם מדובר במונה). לשם כך עליהם לציין לאילו חומרים הם זקוקים כדי לבצע את השיפורים. הם זקוקים גם לאפשרות לשוחח עם הקבוצות האחרות כדי לשמוע דעות ורעיונות נוספים.

הצעות אפשריות לשיפור צעצועים מכניים:

1. אולי כדאי להשתמש בזיזים עבים יותר, כדי שהם לא יחליקו.
2. אולי כדאי להשתמש במוטות עץ עגולים דקים יותר, כדי שיהיה להם טווח תנועה גדול יותר בתוך קשית השתייה.
3. אולי כדאי להשתמש בקופסא גדולה יותר כדי להוסיף דמויות.
4. אולי כדאי לשנות חלק מהתנועות, או לבדוק אפשרויות תנועה נוספות.
5. אולי כדאי להשתמש בחומר אחר לזיז, או, להשתמש באקדח דבק במקום בבלו טק כדי לחזק את הזיזים.

הצעות אפשריות לשיפור מונה:

1. אולי כדאי שתשתמשו בגלגלים גדולים יותר כדי לשפר את החיבור ביניהם.
2. אולי כדי שתצבעו את הגלגלים כדי שהם יבלטו.
3. אולי כדאי שתכתבו את הספרות על הגלגלים בכתב גדול יותר, כדי שיהיה קל יותר לקרוא אותן.
4. אולי כדאי שתשתמשו בחומר אחר, קשיח יותר, במקום בקלקל.
5. אולי כדאי שתשימו מקלות בתוך שיני הקרטון כדי לחזק אותם.

כל קבוצה צריכה להחליט אילו רעיונות היא רוצה ליישם ואילו היא מעדיפה לדחות. אחרי שההחלטה התקבלה, הקבוצה צריכה להתארגן כדי לבנות את המנגנון המכני החדש. המורה יכולה לתת להם יותר זמן הפעם כדי לבנות את המנגנון החדש. התלמידים יעבדו על פי השלבים המתוארים בפרק 3 כדי לבנות את המנגנון החדש המשופר.

4.3 סיכום – דיון במליאה – 25 דק'

לאחר שהקבוצות הכניסו את השיפורים הדרושים, הם יציגו את המנגנון החדש המשופר שלהם בפני הכיתה. בסוף השיעור, המורה והתלמידים יסקרו בקצרה שוב את החומר הנלמד ואת חמשת השלבים של תהליך התיכון ההנדסי.

נספחים

סיפור: מר צעצועון

אנחנו נמצאים באגורי, עיירה קטנה בצרפת. העיירה הזאת מפורסמת בזכות דבר אחד מיוחד. האם אתם יודעים לנחש בזכות מה? לא? אז הנה לכם הפתעה! היא ידועה במיוחד בזכות חנות אחת; החנות של מר צעצועון. למר צעצועון יש את העבודה הכי נהדרת בעולם. מר צעצועון הוא בונה צעצועים. ולא סתם בונה צעצועים, אלא בונה הצעצועים הטוב מכולם. גם אביו היה בונה צעצועים, בדיוק כמו סבו לפניו.

לרגל כל אירוע מר צעצועון בונה צעצועים מיוחדים. חג המולד רק הסתיים ועכשיו נותרו כמה ימים כדי להמציא צעצועים חדשים לקראת השנה החדשה. אבל למר צעצועון יש בעיה. מר צעצועון תמיד המציא ובנה את הצעצועים בעצמו, ותמיד היו לו כל כך הרבה רעיונות שלא היה לו זמן לממש את כולם, אבל היום פשוט נגמרו לו הרעיונות.

כל בוקר מר צעצועון הולך לסדנה שלו ומנסה להמציא צעצועים חדשים. אבל אחרי כל כך הרבה שנים של תכנון ובנייה של צעצועים, הוא לא מצליח להעלות על דעתו שום רעיון חדש. "תכננתי ובניתי כל כך הרבה צעצועים... ועכשיו! אוף, אני כזה כישלון! אין לי בכלל השראה." חושב מר צעצועון בדיוק כשמישהו נוקש על הדלת. זה הדוור.

"בוקר טוב, מר צעצועון. יש לי מכתבים בשבילך!"

הדוור מושיט לו שלושה מכתבים. אחד מהם בולט במיוחד. מר צעצועון מזהה מיד את הבול. המכתב הגיע מארץ רחוקה, רחוקה. בנו אלפרד, שגם לו יש חנות צעצועים, עזב את צרפת כדי לעזור לילדים במקומות רחוקים. במכתב יש לבנו של מר צעצועון יש בקשה מיוחדת.

"אבא היקר,

אני נמצא כאן כבר שישה חודשים. זה לא תמיד קל, כמו שאתה יודע, אבל אני מרגיש בר מזל שיש לי אפשרות לעזור לאנשים. אני מלמד אותם כל מה שאני יכול, ועוזר להם לבנות את הבתים שלהם. אבל היום יש לי בקשה מיוחדת ממך. הייתי רוצה לשפר את החיים של הילדים כאן, או לפחות לגרום להם לחייך! לילדים כאן אין צעצועים, וגם לא מספיק כסף כדי לקנות צעצועים, לכן הם נאלצים להסתפק בכל מיני דברים בהישג יד. אני חושב שבשלב הזה כבר הבנת למה אני זקוק לך. אתה חושב שתוכל לבנות כמה צעצועים בשביל הילדים כאן? אתה יודע באילו תנאים אנחנו חיים כאן. אני יודע שפניתי לאדם הנכון. תודה רבה, אבא!
אלפרד"

"רק זה חסר לי עכשיו," נאנח מר צעצועון ובוהה בכוס הקפה. מר צעצועון שוקע במחשבות עמוקות. הוא חושב. וחושב. ופתאום עולה על דעתו רעיון!

"אם הצעצועים נועדו לילדים, למה שהם לא יתכננו ויבנו אותם בעצמם!" ומיד עולה במוחו הקודח של מר צעצועון הרעיון של תחרות. כל הילדים חולמים להיות כמו מר צעצועון כשהם יהיו גדולים ולבנות צעצועים! אז למה לא לתת להם הזדמנות לעשות את זה? באופן הזה הוא יצליח גם לבנות צעצועים חדשים לשנה החדשה וגם לעזור לבנו.

מר צעצועון מזדרז להכין מודעות גדולות ותולה אותם בחלון הראווה של החנות, ובמקומות נוספים ברחבי העיירה. במודעות כתוב: "תחרות: עזרו לבנות צעצועים לילדים שאין להם צעצועים. תנאי קבלה הכרחי: יצירתיות."

למחרת החנות עמוסה בפנים חדשות. כל הילדים בעיירה מיהרו לחנות של מר צעצועון. הילדים נרגשים מאוד וממטירים על מר צעצועון שאלות.

"מר צעצועון, מר צעצועון, איך אפשר להשתתף בתחרות?" שואלים כמה ילדים.

"מה הפרס?" שואלים ילדים אחרים.

ואילו ילדים אחרים חוששים שהם לעולם לא יצליחו לבנות צעצועים יפים כמו של מר צעצועון.

"אל תדאגו," מרגיע אותם מר צעצועון. "הכי חשוב שתיהנו, ושהילדים שיקבלו את הצעצועים ייהנו! ואת הצעצועים הכי מוצלחים נציג בחנות!"

הצעצועים המכניים שתבנו צריכים לעמוד במספר דרישות:

דרישה מס' 1: הם צריכים להיות ידידותיים לסביבה, ללא בטריות ובלי חיבור לחשמל.
מגבלה מס' 2: הם מוכרחים לנוע.

כלל מס' 3: הם צריכים להיות עשויים מחומרים ממוחזרים כמו קרטון, פקקי שעם, קשיות שתייה.

אבל עכשיו מר צעצועון נתקל בבעיה נוספת. התחרות היא אכן להיט, אבל החנות שלו קטנטנה.

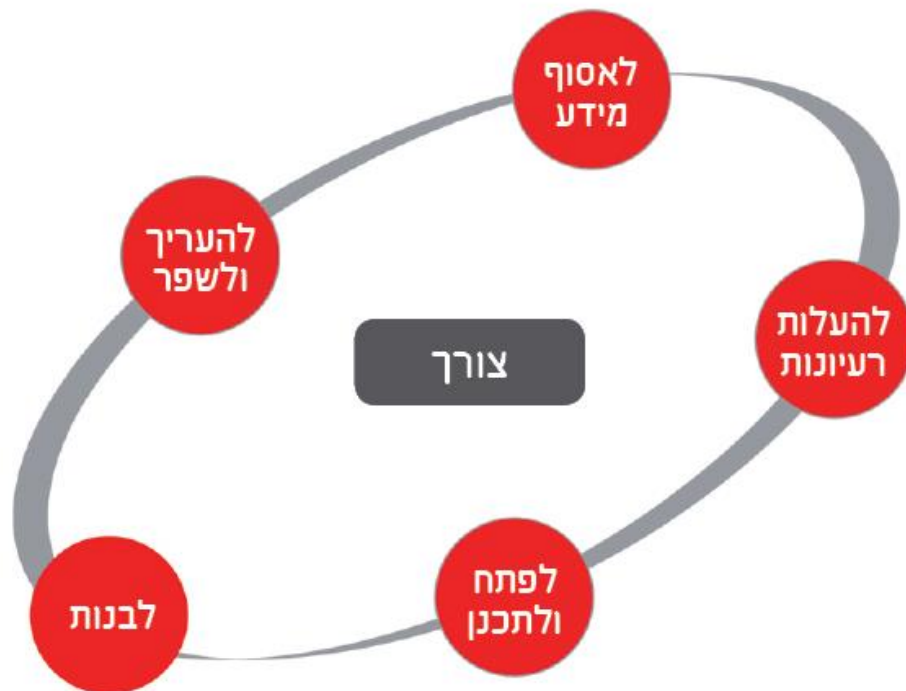
"אני לא יכול שיהיו פה יותר מעשרה אנשים בו-זמנית" חושב מר צעצועון המודאג. "ואני לא יכול לעמוד בכניסה כל היום ולהגיד לילדים שהם צריכים לחכות. אני צריך למצוא דרך להודיע להם שהחנות מלאה, בלי שאצטרך להגיד להם את זה באופן אישי".

מאחר והתחרות של בניית הצעצועים זכתה לכזו הצלחה, מחליט מוכר הצעצועים להכריז על תחרות נוספת.

"אני יכול לארגן תחרות נוספת לילדים מבוגרים יותר," חושב מר צעצועון. "תחרות שבה אני אבקש מהם לעזור לי להמציא מנגנון שיאפשר לי לדעת כמה אנשים נמצאים בחנות, ולהתריע כשהחנות מגיעה לקצה גבול הקיבולת שלה".

וכך, למחרת, מופיע שלט נוסף בחלון הראווה. הפעם תורכם לעזור למר צעצועון.

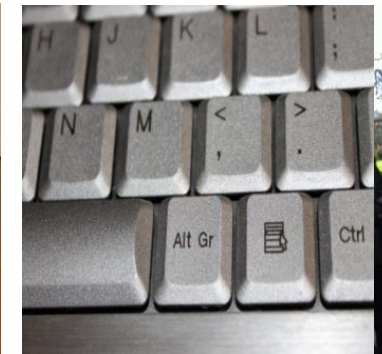
תהליך התיכון ההנדסי



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

דפי עבודה, כולל תשובות

דף עבודה 1 פרק 0 – הנדסה או לא הנדסה?



דף עבודה 1 פרק 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 לפיתרונות של הטבע לצורך פתרון בעיות בעולם האנושי. השבלול פיתח שיטה יעילה מאוד של זחילה על משטחים מחוספסים המגנה על גופו הרך מפני פגיעות. האם ניתן למצוא שימוש לעובדה זו בחיי היומיום? התשובה תלויה בצרכים ובדמיון שלנו. לשיטת הזחילה של השבלול טרם נמצא שימוש, לעומת זאת, ההשראה לסקוץ' (צמדן), באה בעקבות התבוננות בקוצים של צמח בשם לפה גדולה.

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

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

כמה מהצילומים האחרים, שבהם מוצגים פסלים ויצירות אמנות, עשויים להיתפס כלא קשורים לתחום 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 – היכן החפץ המכני?

.....: *שם*

.....: *תאריך*

האם אתם יודעים שאנחנו מוקפים בחפצים מכניים? המורה שלכם החביאה חפצים מכניים בכיתה. המשימה שלכם היא למצוא אותם. בהצלחה!



מה אנחנו צריכים?

- עיניים טובות ויכולת הבחנה

לעבודה!

1. כתבו את שם החפץ שמצאתם.

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

2. מה תפקידו?

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

3. הסבירו מדוע לדעתכם מדובר בחפץ מכני.

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

תשובות לדף עבודה 1 פרק 1 – היכן החפץ המכני?

שם:

תאריך:

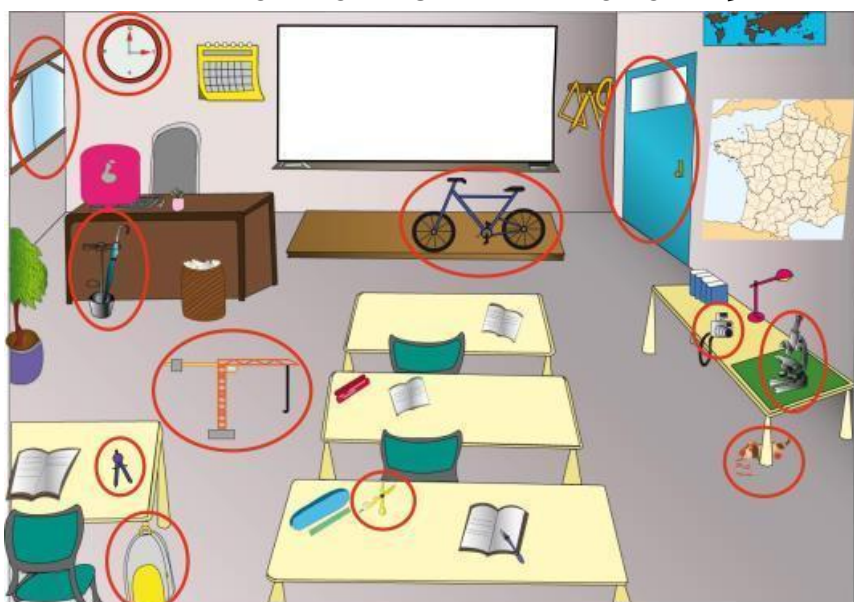
האם אתם יודעים שאנחנו מוקפים בחפצים מכניים? המורה שלכם החביאה חפצים מכניים בכיתה. המשימה שלכם היא למצוא אותם. בהצלחה!



מה אנחנו צריכים?

- עיניים טובות ויכולת הבחנה

בתמונה מוצעות דרכים שונות להחביא חפצים מכניים בכיתה:



לעבודה!

כתבו את שמם החפצים שמצאתם.
רשימה של החפצים המכניים בתמונה:

- | | |
|------------------------|--------------|
| 1. שעון קיר או שעון יד | 7. מיקרוסקופ |
| 2. מטריה | 8. כלי צעצוע |
| 3. אופניים | 9. מספריים |
| 4. עגורן צעצוע | 10. מצלמה |
| 5. מצפן | 11. תרמיל |
| 6. דלת | 12. חלון |

המשך תשובות לדף עבודה 1 פרק 1 – היכן החפץ המכני?

2. הסברו מדוע חלק מהחפצים המצוירים הם מכניים.

החפץ	מכני?	הסבר
אופניים	כן	כאשר דוחפים את הדוושות, הודות לשרשרת ולתמסורת גלגלי השיניים, הדוושות גורמות לגלגלים להסתובב
שעון	כן	מחוגי השעון זזים הודות לתמסורת גלגלי השיניים שבתוך המנגנון, וגם הודות לסוללה
מטריה	כן	כדי לפתוח את המטריה אנחנו צריכים ללחוץ על כפתור
דלת	כן	הדלת נעה על ציר. כשרוצים לפתוח דלת, צריך ללחוץ על ידית
חלון	כן	צריך לסובב את הידית או ללחוץ על המנגנון כדי לפתוח ולסגור את החלון
תרמיל	כן	כדי לפתוח ולסגור את התרמיל, צריך לפתוח את הרוכסן
כלב צעצוע	כן	כדי לגרום לכלב לנוע, אנחנו צריכים לסובב את הידית, פעולה שגורמת בתורה לזיזים שבתוך המנגנון לנוע
מספריים	כן	יש העברה של תנועה, מכיוון שלהבי המספריים נעים הודות לכוח שאנחנו מפעילים עליהם באמצעות הידיים (מנוף)
עגורן צעצוע	כן	התנועה נוצרת הודות למנגנון הארכובה ולתמסורת גלגלי הרצועה שמאפשרים לזרוע לעלות ולרדת
מיקרוסקופ	כן	עלינו לסובב את כפתור המיקוד ('ה'פוקוס') כדי לשפר את המיקוד, ולסובב בכפתור נוסף כדי שמשטח הדוגמית ינוע מטה ומעלה.
מחוגה	כן	כדי להזיז את רגלי המחוגה צריך לסובב את הגלגל הקטן שביניהן
מצלמה	כן	רוב הפעולות נעשות באופן אלקטרוני, אבל כדי לפתוח ולסגור את הצמצם, וגם כדי לצלם, אנחנו צריכים ללחוץ על הלחצנים הנכונים, שגורמים באמצעות מנגנונים מכניים כמו גלגלי שיניים לנוע.

3. הנה כמה דוגמאות לחפצים מכניים נוספים

החפץ	מכני?	הסבר
מכונת כתיבה	כן	בתוך מכונת הכתיבה יש תמסורת גלגלי שיניים
גלגליות (סקטים)	כן	בתוך הגלגלים יש גלי זיזים כדוריים
מקצף ידני (שאינו פועל על חשמל)	כן	כאשר מסובבים את הארכובה, הפעולה גורמת לתמסורת גלגלי השיניים להסתובב, וזו בתורה גורמת לפעולת הטריפה וההקצפה
פותחן יין (חולץ בקבוקים)	כן	מכל צד של התבריג, יש זוג מנופים ('כנפיים'). כאשר התבריג חוזר לפקק, המנופים מתרוממים, ולחיצתם מטה מושכת את הפקק מתוך הבקבוק
מכונת תפירה	כן	בתוך מכונת התפירה יש זיזים ותמסורת גלגלי רצועה
מייבש צנטריפוגלי לחסה ולעשבי תיבול	כן	בתוך הצנטריפוגה יש תמסורת גלגלי שיניים
מחשבון אלקטרוני	לא	
עט	כן ולא	יש עטים כדוריים שצריך לתקתק על לחצן העט כדי להפעיל אותם, ויש כאלו שלא
בלון	לא	
משקפי שמש	לא	

דף עבודה 1 פרק 2 – מהו חפץ מכני?

.....:pe

.....:תאריק:

לפניכם חפץ מכני - האם אתם יכולים לפענח כיצד החפץ פועל ולתאר את החלקים השונים שמפעילים אותו?



מה אנחנו צריכים?

- עיניים טובות ויכולת הבחנה

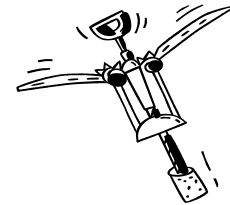
לעבודה!

1. כתבו של שמו של החפץ

.....

2. תארו מה הוא עושה

.....



3. ציירו את החפץ (או רק את החלקים המכניים). בואו נתבונן בחפץ. האם

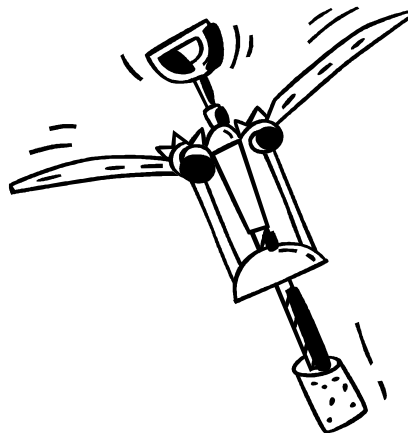
אתם יכולים למצוא את החלקים המכניים? אם כן, סמנו אותם באופן הבא:

את המנוף – באדום

את תמסורת גלגלי השיניים – בירוק

את הזיזים – בכחול

את הארכובה - בכתום



דף עבודה 1 פרק 2 – מהו חפץ מכני?

.....:se

.....:תאריק

לפניכם חפץ מכני - האם אתם יכולים לפענח כיצד החפץ פועל ולתאר את החלקים השונים שמפעילים אותו?



מה אנחנו צריכים?

- עיניים טובות ויכולת הבחנה

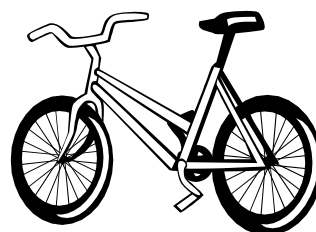
לעבודה!

1. כתבו של שמו של החפץ

.....

2. תארו מה הוא עושה

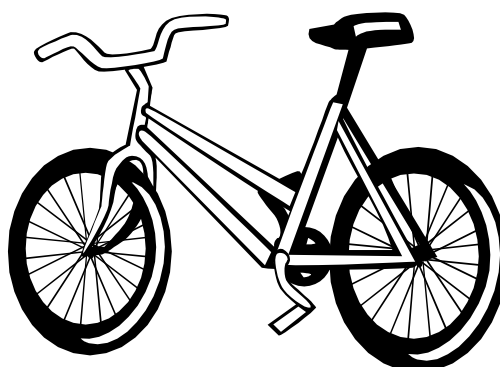
.....



3. ציירו את החפץ (או רק את החלק או החלקים המכניים). בואו נתבונן בחפץ. האם

אתם יכולים למצוא את החלקים המכניים? אם כן, סמנו אותם באופן הבא:

- את המנוף – באדום
- את תמסורת גלגלי השיניים – בירוק
- את הזיזים – בכחול
- את הארכובה - בכתום



דף עבודה 1 פרק 2 – מהו חפץ מכני?

שם:

תאריך:

לפניכם חפץ מכני (אל דאגה, זאת לא שאלה מכשילה). האם אתם יכולים לפענח כיצד החפץ פועל ולתאר את החלקים השונים שמפעילים אותו?



מה אנחנו צריכים?

- עיניים טובות ויכולת הבחנה

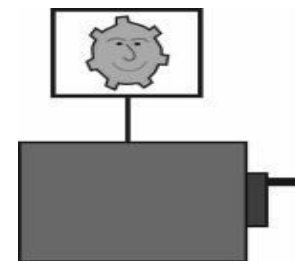
לעבודה!

1. כתבו של שמו של החפץ

.....

2. תארו מה הוא עושה

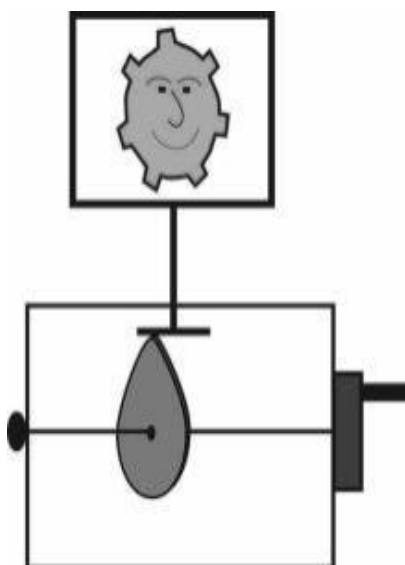
.....



3. ציירו את החפץ (או רק את החלקים המכניים). בואו נתבונן בחפץ. האם

אתם יכולים למצוא את החלקים המכניים? אם כן, סמנו אותם באופן הבא:

- את המנוף – באדום
- את תמסורת גלגלי השיניים – בירוק
- את הזיזים – בכחול
- את הארכובה - בכתום



דף עבודה 1 פרק 2 – מהו חפץ מכני?

שם:

תאריך:

לפניכם חפץ מכני (אל דאגה, זאת לא שאלה מכשילה). האם אתם יכולים לפענח כיצד החפץ פועל ולתאר את החלקים השונים שמפעילים אותו?



מה אנחנו צריכים?

- עיניים טובות ויכולת הבחנה

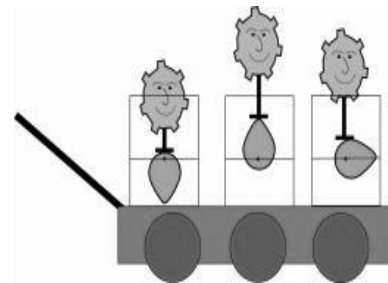
לעבודה!

1. כתבו של שמו של החפץ

.....

2. תארו מה הוא עושה

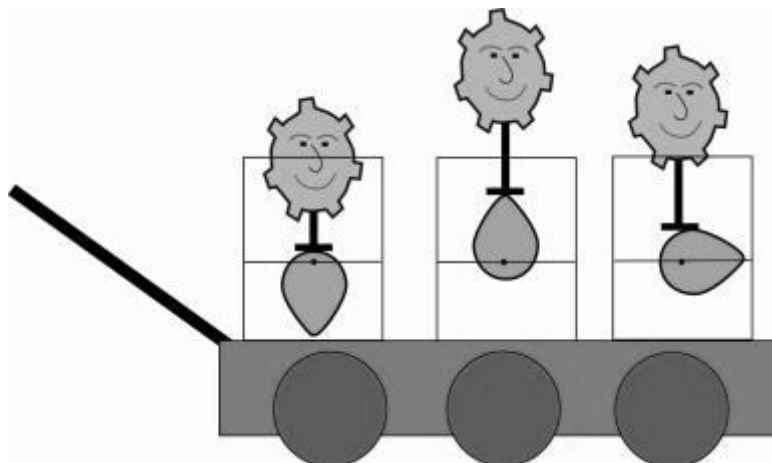
.....



3. ציירו את החפץ (או רק את החלקים המכניים). בואו נתבונן בחפץ. האם

אתם יכולים למצוא את החלקים המכניים? אם כן, סמנו אותם באופן הבא:

- את המנוף – באדום
- את תמסורת גלגלי השיניים – בירוק
- את הזיזים – בכחול
- את הארכובה - בכתום





תשובות - דף עבודה 1 פרק 2 - מהו חפץ מכני?

.....:pe

.....:תאריק:

לפניכם חפץ מכני (אל דאגה, זאת לא שאלה מכשילה). האם אתם יכולים לפענח כיצד החפץ פועל, ולתאר את החלקים השונים שמפעילים אותו?

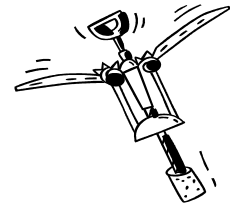


מה אנחנו צריכים?

- עיניים טובות ויכולת הבחנה

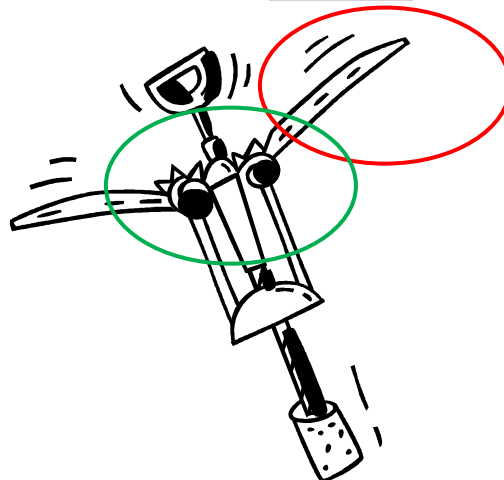
לעבודה!

1. כתבו של שמו של החפץ פותחן יין (חולץ פקקים)
2. תארו מה הוא עושה הפותחן חולץ פקקי שעם של בקבוקי יין



1. ציירו את החפץ (או רק את החלק או החלקים המכניים). בואו נתבונן בחפץ. האם אתם יכולים למצוא את החלקים המכניים? אם כן, סמנו אותם באופן הבא:

- את המנוף – באדום
- את תמסורת גלגלי השיניים – בירוק
- את הזיזים – בכחול. אין זיזים
- את הארכובה – בכתום. אין ארכובה



תשובות - דף עבודה 1 פרק 2 - מהו חפץ מכני?

.....:טע

.....:תאריק

לפניכם חפץ מכני - האם אתם יכולים לפענח כיצד החפץ פועל, ולתאר את החלקים השונים שמפעילים אותו?



מה אנחנו צריכים?

- עיניים טובות ויכולת הבחנה

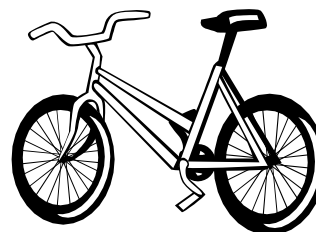
לעבודה!

2. כתבו של שמו של החפץ

אופניים

3. תארו מה הוא עושה

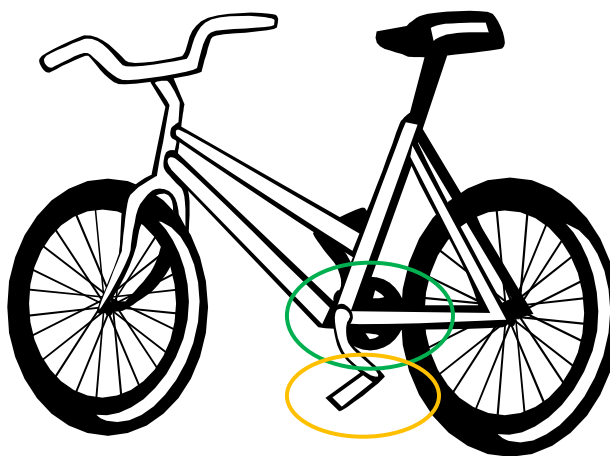
האופניים מאפשרים לנו לנוע ממקום למקום



4. ציירו את החפץ (או רק את החלק או החלקים המכניים). בואו נתבונן בחפץ. האם

אתם יכולים למצוא את החלקים המכניים? אם כן, סמנו אותם באופן הבא:

- את המנוף - באדום. **אין מנוף**
- את תמסורת גלגלי השיניים - בירוק
- את הזיזים - בכחול. **אין זיזים**
- את הארכובה - בכתום.



תשובות - דף עבודה 1 פרק 2 – מהו חפץ מכני

.....:מט

.....:תאריק

לפניכם חפץ מכני - האם אתם יכולים לפענח כיצד החפץ פועל, ולתאר את החלקים השונים שמפעילים אותו?



מה אנחנו צריכים?

- עיניים טובות ויכולת הבחנה

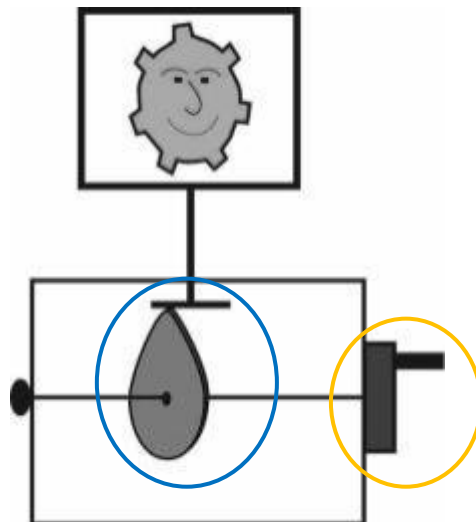
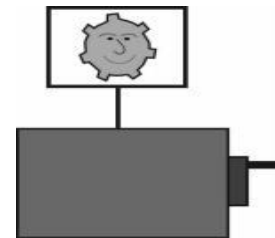
לעבודה!

1. כתבו של שמו של החפץ
צעצוע

2. תארו מה הוא עושה
צעצועים נועדו כדי לשחק איתם. כאשר אנחנו מסובבים את הארכובה, התמונה עולה ויורדת.

3. ציירו את החפץ (או רק את החלקים המכניים). בואו נתבונן בחפץ. האם אתם יכולים למצוא את החלקים המכניים? אם כן, סמנו אותם באופן הבא:

- את המנוף – באדום. **אין מנוף**
- את תמסורת גלגלי השיניים – בירוק. **אין גלגלי שיניים**
- את הזיזים – בכחול.
- את הארכובה – בכתום.



תשובות - דף עבודה 1 פרק 2 - מהו חפץ מכני

.....:pe

.....:תאריק:

לפניכם חפץ מכני - האם אתם יכולים לפענח כיצד החפץ פועל, ולתאר את החלקים השונים שמפעילים אותו?



מה אנחנו צריכים?

- עיניים טובות ויכולת הבחנה

לעבודה!

4. כתבו של שמו של החפץ

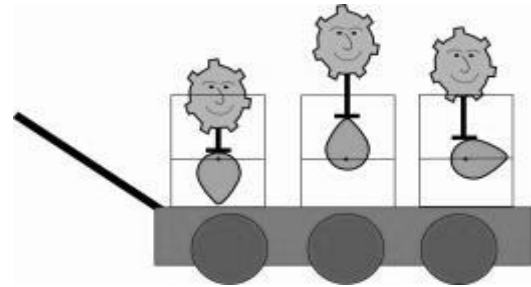
צעצוע

5. תארו מה הוא עושה

צעצועים נועדו כדי לשחק בהם.

במקרה הזה, שלושת הפרצופים

עולים ויורדים כשמושכים במנוף.



4. ציירו את החפץ (או רק את החלק או החלקים המכניים). בואו נתבונן בחפץ. האם

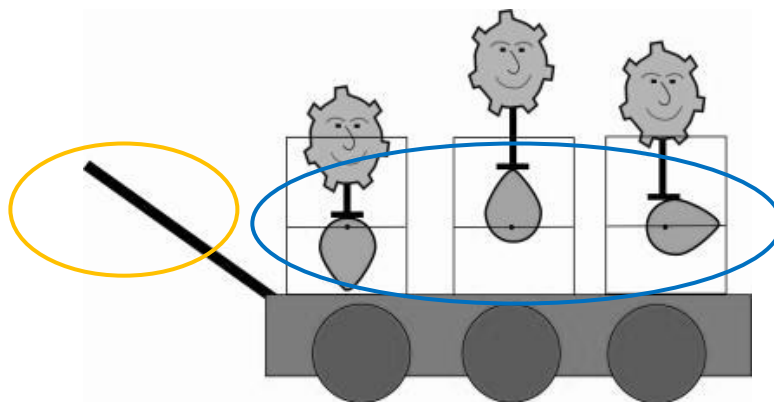
אתם יכולים למצוא את החלקים המכניים? אם כן, סמנו אותם באופן הבא:

○ את המנוף – באדום. אין מנוף

○ את תמסורת גלגלי השיניים – בירוק. אין גלגלי שיניים

○ את הזיזים – בכחול

○ את הארכובה – בכתום



דף עבודה 2 פרק 2 – מהם זיזים? (1/3)

.....: *שם*

.....: *תאריך*

צעצועים מכניים רבים מורכבים מגלי זיזים. אנחנו בטוחים שהזדמן לכם להיתקל בהן; לדוגמה, כשאתם לוחצים עליהם, חלקים מסוימים של הצעצוע עולים ויורדים. בואו נתבונן בעיון בזיזים ונראה כיצד הם פועלים!



מה אנחנו צריכים?

- גלוייה (50X40 סנטימטרים) או קופסת קרטון
- קרטון
- דבק
- מספרים
- מקלות עץ עגולים
- בלו טק
- גומיות

לעבודה!

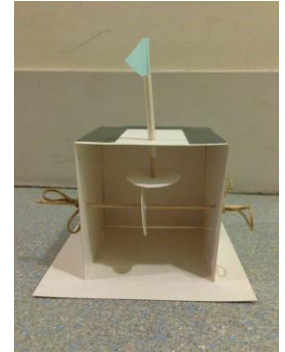
1. בנייה של מנגנון הזיז

	<p>השתמשו בקופסת קרטון או עשו תרשים על קרטון של קובייה פתוחה מלמעלה בגובה 10 סנטימטרים. חירצו לאורך סימני הקיפול, ואחר כך קפלו בהתאם עד שתתקבל תיבה.</p>
	<p>סמנו 3 חורים במרחק 5 סנטימטרים מצד אחד, ו-2 מצד שני. הנה התרשים.</p>
	<p>בנו את התיבה. הדביקו את החלקים בעזרת דבק. ניתן להשתמש במהדקי נייר, אם יש צורך.</p>
	<p>ציירו גלגל בקוטר 2 סנטימטרים וגיזרו אותו. נעצו את הגלגל על מוט עץ עגול: זה יהיה העוקב שלכם.</p>

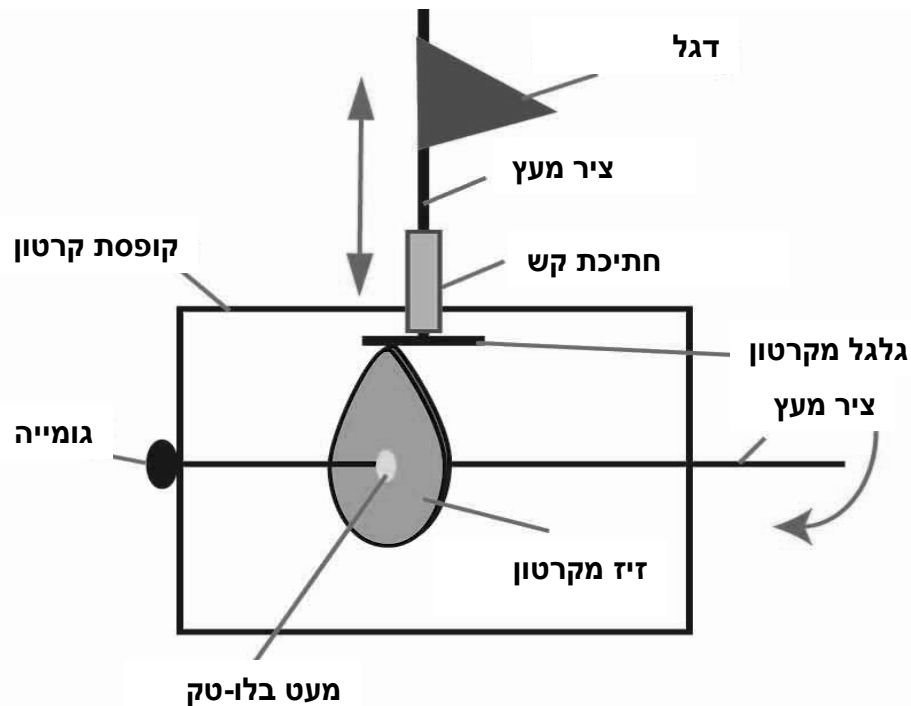
המשך דף עבודה 2 פרק 2 – מהם זיזים?

השחילו את הזיז על מוט עץ עגול עבה יותר, ואחר כך השחילו את המוט דרך החורים שבמסגרת. חזקו את המוט במקומו בעזרת בלו טק, כך שזיז ינוע עם הציר ולא מעצמו.

השחילו את עוקב דרך החור בחלק העליון של המסגרת, כך שהגלגל ינוח על הזיז. כדי לוודא שתשיגו את התנועה הנכונה, אנחנו מציעים להשתמש בקשית.



תמונה להמחשה



בדקו את צורת הזיז

כדי לוודא שהמנגנון תקין, בדקו את הצורה העגולה של הזיז

דף עבודה 3 פרק 2 – מהם זיזים? (2/3)

.....: *שם*

.....: *תאריך*

בדף עבודה זה נבחן צורות שונות של זיזים



מה אנחנו צריכים?

- קופסת קרטון או קרטון (50X40 סנטימטרים)
- קרטון
- דבק
- מספריים
- מקלות עץ עגולים
- בלו טק
- גומיות

לעבודה!

שימו לב לשינוי בתנועה בהתאם לסוג הזיז. בואו נערוך ניסויים עם צורות שונות של זיזים ונרשום את הממצאים:

מה קורה אם הזיז...?	ציירו את הזיז	והממצאים הם...
זיז עגול עם חור למוט עץ עגול במרכז הזיז		
זיז עגול עם חור למוט עץ עגול החורג מהמרכז		
זיז בצורת אגס		
זיז בצורת אליפסה		
זיז בצורת דמעה		
זיז בצורת כוכב		
הזיז שלך!		

תשובות - דף עבודה 3 פרק 2 - מהם זיזים? (2/3)

.....:pe

.....:תאריק

בדף עבודה זה נבחן צורות שונות של זיזים



מה אנחנו צריכים?

- קופסת קרטון או קרטון (50X40)
- סנטימטרים)
- קרטון
- דבק
- מספריים
- מוטות עץ עגולים
- בלו טק
- גומיות

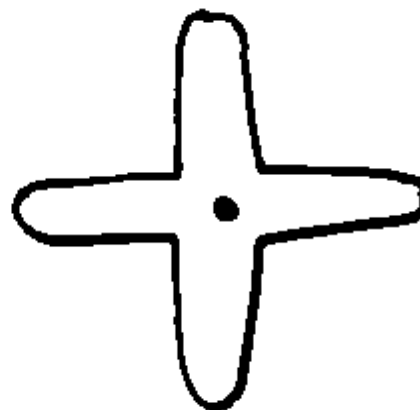
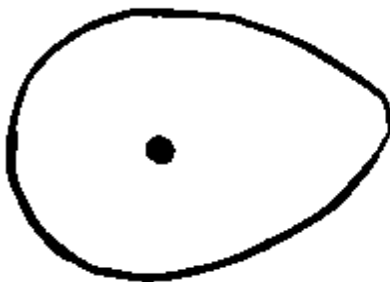
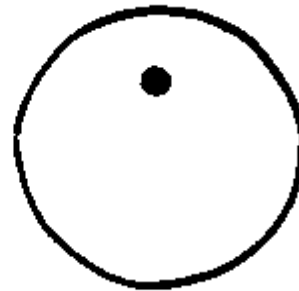
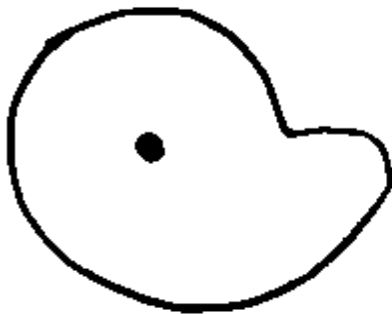
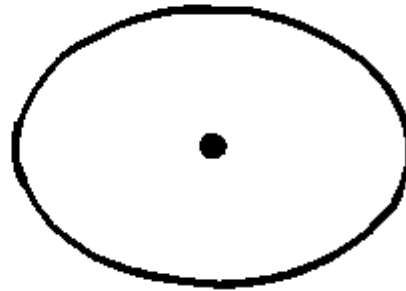
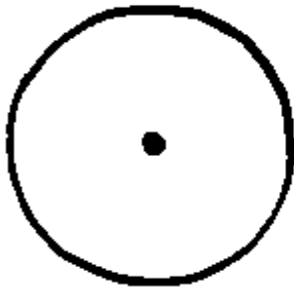
לעבודה!

שימו לב לשינוי בתנועה בהתאם לסוג הזיז. ערכו ניסויים עם צורות שונות של זיזים ורשמו את הממצאים:

מה קורה אם הזיז...?	ציירו את הזיז	והממצאים הם...
זיז עגול העם חור למקל העץ העגול במרכז		הדגל מסתובב, אך אינו עולה ויורד
זיז עגול עם חור למקל העץ העגול החורג מהמרכז		הדגל מסתובב. כשהזיז מסתובב, הדגל עולה ויורד. התנועה חלקה והקצב קבוע.
זיז בצורת אגס		הדגל מסתובב ועולה פעם אחת כשהזיז משלים סיבוב אחד מלא. התנועה חלקה, אך הקצב אינו קבוע.
זיז בצורת אליפסה		הדגל מסתובב ועולה פעמיים כשהזיז משלים סיבוב אחד מלא. התנועה חלקה.
זיז בצורת דמעה		הדגל מסתובב ואז עולה באיטיות ואחר כך יורד בפתאומיות כשהעוקב עובר את הנקודה הגבוהה ביותר.
זיז בצורת כוכב		הדגל מסתובב ועולה 2-4 פעמים כשהעוקב משלים סיבוב אחד מלא. בכל ירידה הדגל צונח בפתאומיות.
הזיז שלך!		

תבניות לזיזים

התבניות בעמוד זה מתאימים לתיבה בגובה 10 סנטימטרים



דף עבודה 4 פרק 2 – בואו נשחק בזיזים!

.....:pe

.....:תאריך:

סיימתם לבנות את מנגנון הזיז. עכשיו נתמודד עם כמה אתגרים נוספים

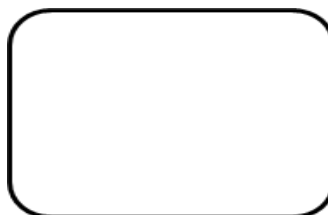


מה אנחנו צריכים?

- מוטות עץ עגולים
- בלו טק
- גומיות
- זיזים בצורות שונות
- מנגנון הזיז שבניתם בדף עבודה 2
- קרטון
- דבק
- מספריים

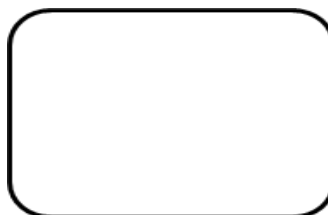
לעבודה!

1. דמיינו צורה של זיז שתגרום לעוקב להתרומם גבוה ככל האפשר. כיצד יראה הזיז הזה?



2. דמיינו צורה של זיז שתגרום לעוקב להתרומם ולרדת 8 פעמים בזמן שהזיז משלים סיבוב אחד מלא.

כיצד יראה הזיז הזה?



3. דמיינו מנגנון שיגרום לדגל להסתובב במהירות הגדולה ביותר. כיצד יראה הזיז הזה?



תשובות - דף עבודה 4 פרק 2 - בואו נשחק בזיזים!

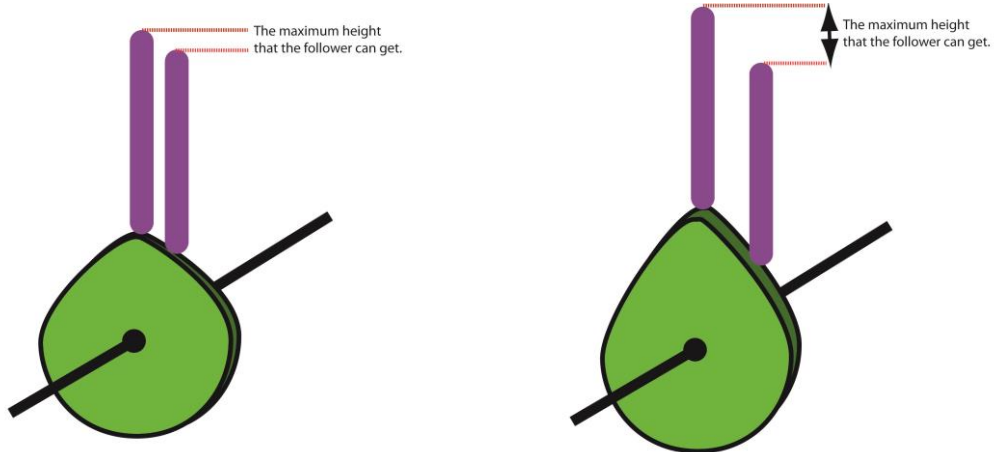
.....:pe

.....:תאריך

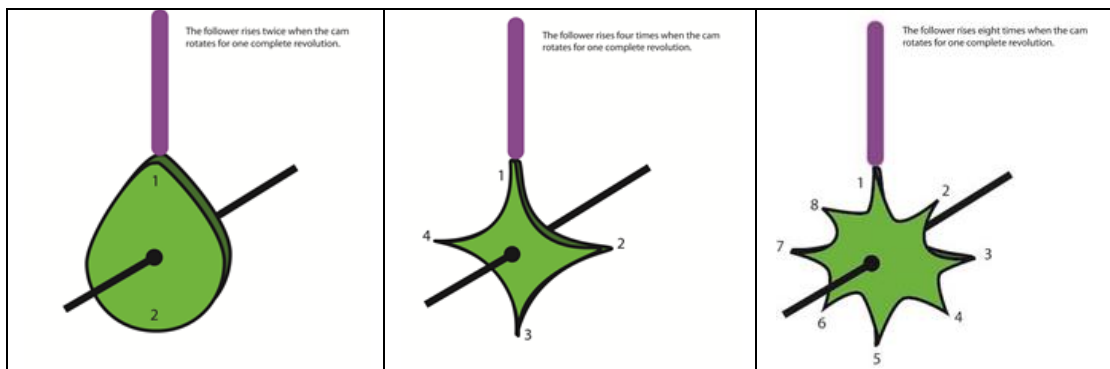
סיימתם לבנות את מנגנון הזיז שלכם. עכשיו אתם ניצבים בפני אתגרים חדשים!

לעבודה!

1. דמיינו צורה של זיז שיגרום לעוקב להתרומם גבוה ככל האפשר. כיצד יראה הזיז הזה?
 צד אחד של הזיז צריך להיות גדול יותר מהאחר. התמונה השנייה מראה כיצד לשנות את צורת הזיז כדי שהעוקב יתרומם גבוה ככל האפשר



2. דמיינו צורה של זיז שיגרום לעוקב להתרומם ולרדת 8 פעמים בזמן שהזיז משלים סיבוב אחד מלא. כיצד יראה הזיז הזה?



3. דמיינו מנגנון שיגרום לדגל להסתובב במהירות הגדולה ביותר. כיצד יראה הזיז הזה?
 הדבר תלוי במיקום של הזיז ביחס לעוקב. ככל שהזיז קרוב יותר לעוקב, כך הדגל יסתובב מהר יותר.

דף עבודה 5 פרק 2 – מהן תמסורות גלגלי שיניים?

..... :pe

..... :תאריק

כדי לסובב כל גלגל, אנחנו זקוקים למנוע, כלומר, למקור אנרגיה. וכדי להעביר תנועה, אנחנו זקוקים לגלגלים בגודל הנכון. בדף עבודה זה נערוך ניסויים עם תמסורות של גלגלי שיניים!



מה אנחנו צריכים?

- ערכה של גלגלים משוננים בגדלים ובצבעים שונים

לעבודה!

1. בחרו גלגל והתקינו אותו.
2. השוו את המהירות של הגלגלים השונים, ורשמו את הממצאים בטבלה:

הגלגל שהתקנו הוא...	ציירו את הניסוי	איזה גלגל מסתובב הכי מהר
קטן יותר		
הקטן ביותר		
באותו גודל		
גדול יותר		

תשובות – דף עבודה 5 פרק 2 – מהם תמסורות של גלגלי שיניים?

שם:

תאריך:

כדי לסובב כל גלגל, אנחנו זקוקים למנוע, כלומר, למקור אנרגיה. וכדי להעביר תנועה, אנחנו זקוקים לגלגלים בגודל הנכון. בדף עבודה זה נערוך ניסויים עם תמסורות של גלגלי שיניים!



מה אנחנו צריכים?

1. ערכה של גלגלים משוננים בגדלים ובצבעים שונים. אנחנו מציעים להשתמש בערכה של 'לגו' או 'סלדה'. המורה יכול להשתמש בחומרים תעשייתיים אחרים, או לבנות את הערכה עם התלמידים.

תכולת הערכה	
<ul style="list-style-type: none"> • 1 גלגל ורוד עם הציר שלו • 2 משטחים אפורים 2-1 חלקי חיבור • 1 ארכובה אדומה • 1 גלגל אדום קטן • 1 גלגל כחול • 2 גלגלים צהובים • 7 צירים 	

איזה גלגל מסתובב הכי מהר	ציירו את הניסוי	הגלגל שהתקנו הוא...
הגלגל הקטן יותר מסתובב מהר יותר מהגלגל המניע		קטן יותר
הגלגל הקטן ביותר מסתובב מהר יותר מהגלגל המניע		הקטן ביותר
הגלגלים בגודל הזהה מסתובבים באותה מהירות		באותו גודל
הגלגל הגדול יותר מסתובב לאט יותר מהגלגל המניע		גדול יותר

התלמידים צריכים להבחין ש:

הגלגל הגדול ביותר נע לאט יותר משאר הגלגלים. גודל הגלגל משפיע על המהירות. ככל שהגלגל גדול יותר, מספר השיניים גדל, ולכן הגלגל נע לאט יותר. הדבר נכון גם במקרה ההפוך; ככל שהגלגל קטן יותר, כך מספר השיניים קטן, ומכאן שהגלגל נע מהר יותר.

אם המורה מעדיפה להכין את הגלגלים המשווננים לבד, הנה הסבר כיצד לעשות זאת:

חלק ראשון: חומרים

מה אנחנו צריכים?

- קרטון גלי
- אקדח דבק
- מספריים
- קופסת קלקר
- פקקי פלסטיק בגדלים שונים
- דקר
- מקלות



חלק שני: הכנת הגלגלים המשווננים

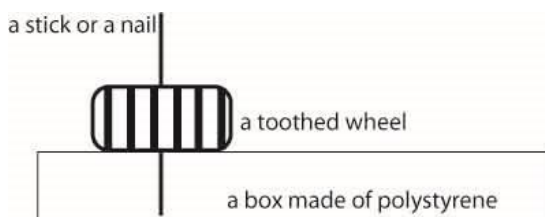
- הסירו שכבה אחת של הקרטון כדי להגיע לשכבת הביניים הגלית
- נקבו חור במרכז ממכסה הפלסטיק בעזרת הדקר
- השתמשו באקדח הדבק כדי להדביק את פס הקרטון סביב מכסה הפלסטיק כך שהשכבה הגלית (השיניים) פונה כלפי חוץ



יפה. עכשיו כשגלגל השיניים מוכן, הילדים יכולים להשתמש במכסי הפלסטיק האחרים כדי להכין גלגלים בגדלים שונים.

חלק שלישי: התקנת הגלגל הראשון!

מיינו את הגלגלים בהתאם לגודל, מהקטן לגדול. בחרו את הגלגל הבינוני. הרכיבו אותו על קופסת הקלקר בעזרת מסמר או מקל. הגלגל הזה הוא המקבילה לגלגל הצהוב הקבוע בערכת הלגו.



חלק רביעי: בנייה של תמסורת גלגלי שיניים!

מטרת הפרק היא לבחון את מהירותו של כל גלגל. אנחנו מציעים להתחיל את הניסוי עם הגלגלים הגדולים יותר.

הרכיבו שני גלגלים זה לצד זה, על מנת שהם יעבירו תנועה. ציירו את הניסוי ורשמו את הממצאים בטבלה.

הנה דוגמה של המנגנון שהתלמידים יתבקשו לבנות.



מבט מהצד



מבט מלמעלה

הצעות לבניית צעצועים מכניים

כיצד לבנות צעצוע מכני

על המורה להכין את החומרים עבור התלמידים. המורה יכולה גם לבקש מהתלמידים להביא חלק מהחומרים מהבית (קשיות שתייה, פלסטלינה, קופסאות קרטון בגדלים שונים, קרטון. עם זאת, כשמדובר בקרטון, על המורה לציין במפורש איזה סוג של קרטון התלמידים צריכים להביא).

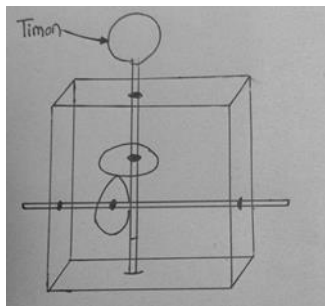
המורה יכולה לבחור לתת לכל הקבוצות את אותה משימת אתגר (כלומר, לבקש מכל הקבוצות לבנות את אותו צעצוע), או לתת לכל קבוצה לבנות צעצוע משלה.

ניתן להכין את הצעצוע בדרכים שונות. הנה כמה הצעות לא מחייבות. המורה אינה מוכרחה לעשות בהן שימוש ויכולה להשתמש בהן לשם השראה בלבד.

מה אנחנו צריכים?

- קופסא (לדוגמה, קופסת נעליים). אם המורה מעדיפה שהתלמידים יכינו את הקופסאות בעצמם, עליה לדאוג שלרשות התלמידים יעמוד קרטון לשם בניית הקופסאות.
- קרטון לבניית הזיזים
- קשיות שתייה
- מקלות עץ עגולים
- נייר דבק
- 2 גומיות
- אקדח דבק
- בלו טק

שלב א': מה הסיפור ומיהן הדמויות



1. ראשית על התלמידים והמורה לבחור סיפור. המורה צריכה להזכיר לתלמידים שמר צעצוען התבקש לבנות צעצועים שבעזרתם אפשר יהיה לספר סיפורים.
 2. אחרי שהתלמידים יחליטו מי הדמות הראשית, הם יציירו אותה על הקרטון. הם יכולים גם להדפיס את הדמות ואחר כך להדביק את הציור על הקרטון.
- אנחנו בחרנו בהדגמה בטימון, מ'מלך האריות' (כל הזכויות שמורות לסרטי וולט דיסני)

שלב ב': הגדרת אופן התנועה

אחרי שבחרתם את הדמות או הדמויות, עליכם להגדיר באיזה אופן הייתם רוצים שהם ינועו. לשם כך על התלמידים להשתמש בידע שהם רכשו במהלך פרק 2. הגדרת אופן התנועה הכרחי לשם בחירת הזיז המתאים. על התלמידים לבנות עכשיו את הזיז. כמובן שבשלב מאוחר יותר הם יוכלו להכניס שיפורים נוספים במקרה הצורך.

אנחנו בחרנו בהדגמה שטימון יקפוץ ויסתובב כשהזיז משלים סיבוב אחד מלא. לשם כך נשתמש בזיז בצורת אגס.

שלב ג': תכנון ורישום

כדי לעבוד בצורה מסודרת, אנחנו מציעים שהתלמידים יעשו תרשים של המנגנון ויחליטו מראש לאילו חומרים הם זקוקים, כיצד בדיוק ייראה המנגנון והיכן בדיוק הם רוצים למקם את הדמויות על הקופסא.

שלב ד': בניית הצעצוע

עכשיו הגיע הזמן לבנות את הצעצוע.

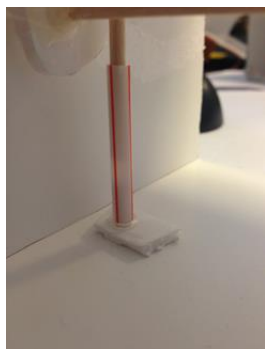


1. ראשית עלינו להכין את הקופסה. קחו קופסת נעליים וחיתכו אותה לחצי. אם אין לכם קופסא, אתם יכולים להשתמש בארבע גיליונות קרטון בגובה 10 סנטימטרים כדי לבנות קופסה לבד.
2. יש להתקין את הדמות על מקל עץ. אנחנו בחרנו להשתמש בהדגמה בנייר דבק, אבל ניתן להשתמש גם באקדח דבק כדי להדביק את הדמות.



3. סמנו את מיקומה של הדמות על הקופסה.
4. בידקו אם המנגנון המכני עובד.
5. נקבו חור משני הצדדים עבוד הציר המרכזי.
6. ציירו את הזיז שבחרתם במהלך שלב ב'. גזרו אותו והתקינו אותו על הציר. אנחנו בחרנו בהדגמה להשתמש בזיז בצורת אגס.

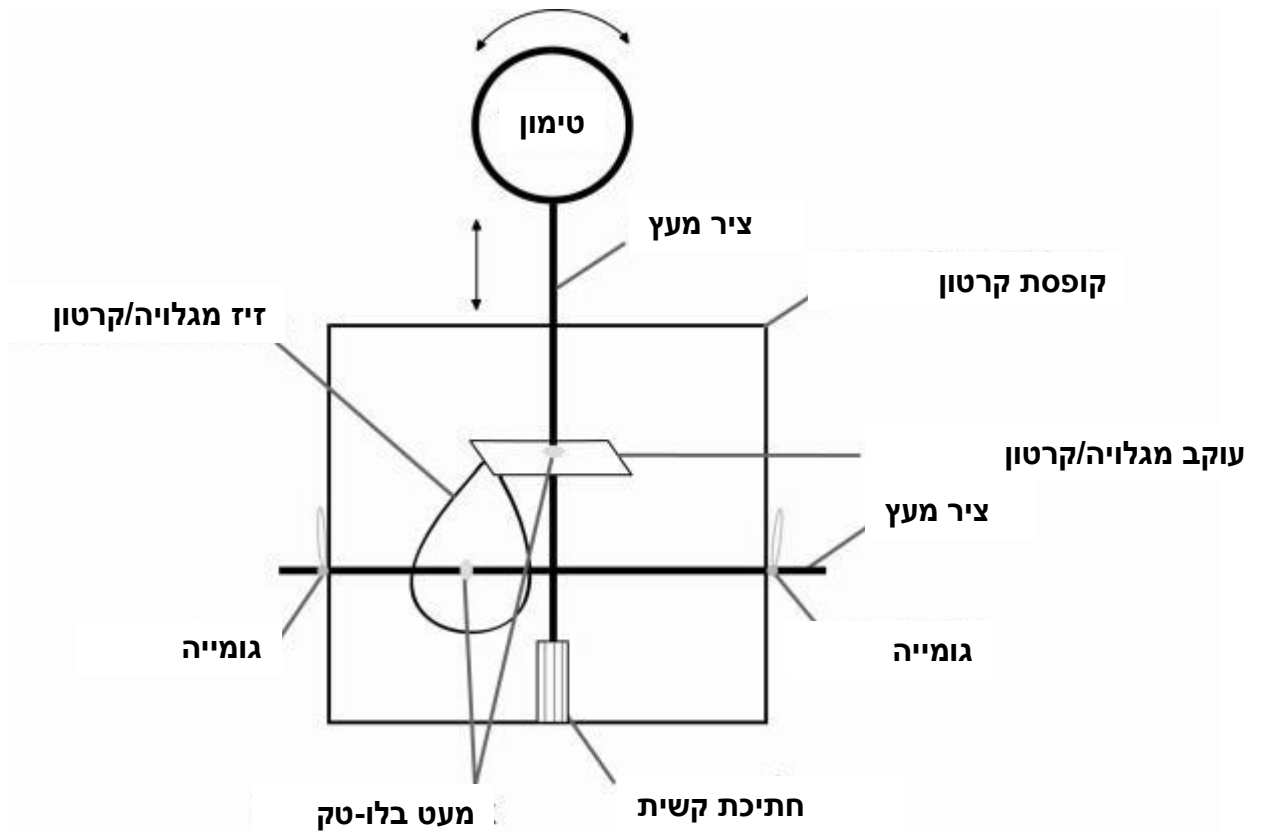
7. הכניסו את הדמות לקופסה וודאו שהיא מותקנת היטב. אנחנו בחרנו להליש קשית על המקל כדי לוודא שהדמות לא תיטה על צדה, ואחר כך הדבקנו את המקל העטוף בקשית על תחתית הקופסא בעזרת נייר דבק.
8. התקינו את העוקב במקומו בעזרת בלו טק או אקדח דבק. שימו לב! העוקב מוכרח להימצא במגע ישיר עם הזיז כדי שהוא יוכל להעביר את התנועה.



שלב ה': שלב ההערכה והשיפור

זה השלב שבו התלמידים יבדקו שהצעצוע אכן נע כמבוקש, ושכל הצירים סבים כהלכה. במקרה הצורך, ניתן להכניס שיפורים. אם הכול פועל כהלכה, אנחנו מציעים לחזק את כל חלקי המנגנון במקומם (הזיז, הציר, ועוקב). אנחנו בהדגמה בחרנו לחזק אותם במקומם בעזרת גומיות או קרטון. כשהכול פועל כהלכה, התלמידים יכולים לעבוד על דמות נוספת! לשם כך, עליהם לפעול על פי ההוראות שהבאנו בסעיף זה.





שלב ו': עיטור הצעצוע

אם לתלמידים יש מספיק מקום על הקופסה, הם יכולים להוסיף ציור רקע. אנחנו בחרנו בהדגמה להוסיף ציור של ג'ונגל אגדי.



כיצד לבנות מונה

על המורה להכין את החומרים עבור התלמידים. המורה יכול גם לבקש מהתלמידים להביא חלק מהחומרים מהבית (קשיות שתייה, פלסטלינה, קופסאות קרטון בגדלים שונים, קרטון. עם זאת, כשמדובר בקרטון, על המורה לציין במפורש איזה סוג של קרטון התלמידים צריכים להביא).

המורה יכול לבחור לתת לכל הקבוצות את אותה משימת אתגר (כלומר, לבקש מכל הקבוצות לבנות את אותו מונה), או לתת לכל קבוצה לבנות מונה שונה.

ניתן לבנות את המונה בדרכים שונות. אנחנו מציעים פה שתי דרכים שונות. המורה אינה מוכרחה להשתמש בשתי הדרכים, אבל אנחנו מציעים למורה להציג את שתי הדרכים בפני התלמידים כדי שהם יהיו מודעים לכך שישנן אפשרויות נוספות.

אפשרות ראשונה

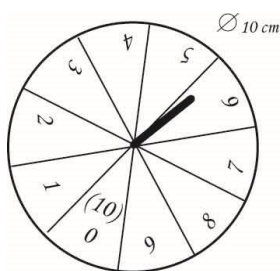
מה אנחנו צריכים?

- 2 תבניות של גלגלים
- 2 מקלות קרטון
- 1 קשית שתייה
- פלסטלינה (כדי שמקלות הקרטון לא ייטו הצדה)
- חתיכות קטנות של קרטון כדי לבנות את המקשר
- קופסת קלקר
- בלו טק

ניתן לבנות את המנגנון בשלושה שלבים. הנה השלבים על פי הסדר:

שלב א': בניית הגלגלים

המורה תחלק לתלמידים את הקרטון ואת התבנית לגלגלים התלמידים:



1. ידביקו שני גלגלי נייר על הקרטון.
2. יגזרו את הגלגלים.
3. ינקבו חור קטן במרכז של שני הגלגלים. החור צריך להיות גדול דיו כדי שניתן יהיה להחדיר דרכו מקל קרטון, אך לא רחב מדי, כדי שהגלגל לא יזוז לכל הכיוונים.
4. יירשמו את המספרים מ-0(10) עד 9 על הגלגלים.
5. ידביקו את הגלגל על קופסת הקלקר.

המנגנון בנוי משני גלגלים בגודל זהה. המורה יכולה להגדיל את מספר תבניות הגלגלים הזמינות ו/או לשנות את גודלן, כך שלרשות התלמידים יעמדו גלגלים בגודל המועדף עליהם.

שלב ב': יצירת המנגנון, כך שהגלגל יספור את מספר המשתתפים

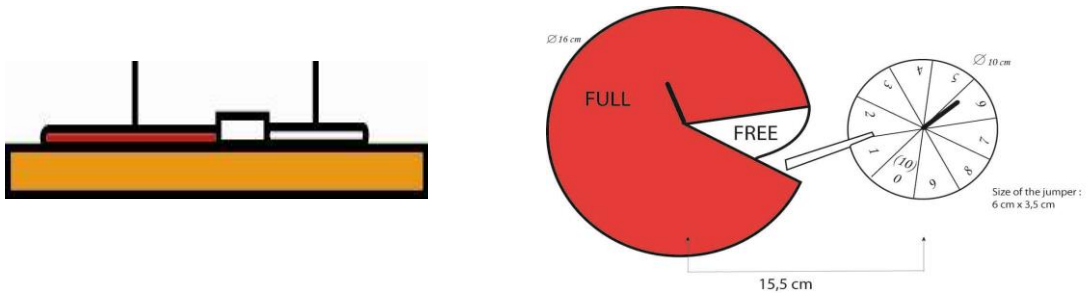
כל קבוצה תבחר גלגל נוסף ותכתוב עליו, 'מלא' או 'פנוי' כמתואר בציור. ניתן להשתמש בצורות שונות: ריבוע, משולש, אליפסה או כל צורה אחרת. אנחנו בחרנו לצורך ההדגמה להשתמש בגלגל.



שלב ג': כיצד לחבר את שני הגלגלים?

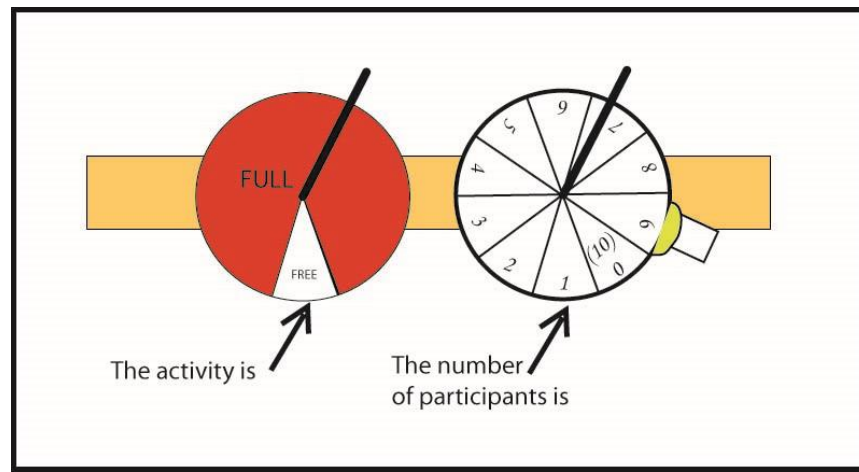
תחילה יש לאפשר לתלמידים לנסות לחשוב על דרכים לחבר בין שני הגלגלים. לאחר מכן עליהם לכוון את המקשר של הגלגל השני, כך שהוא ינוע רק כאשר הגלגל הראשון עובר מ-9 ל-10. אם התלמידים מצליחים לפתור את משימת האתגר בקלות, אפשר לבקש מהם לדמיין כיצד יראה מקשר שיאפשר פעולה הוספה וחסור.

אפשרות ראשונה לחבר בין שני הגלגלים



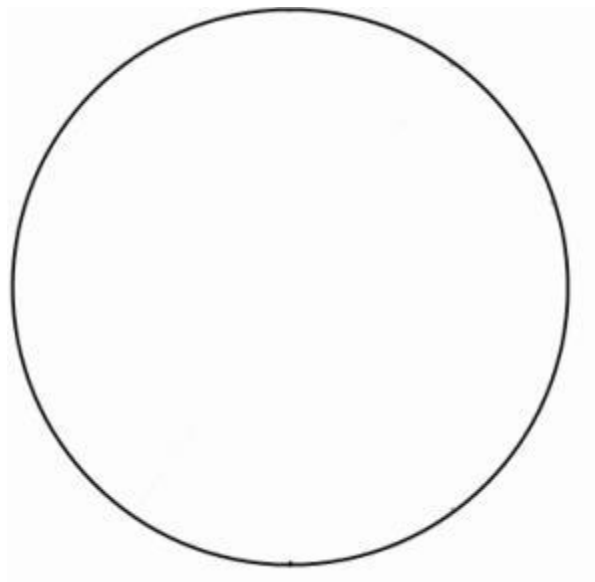
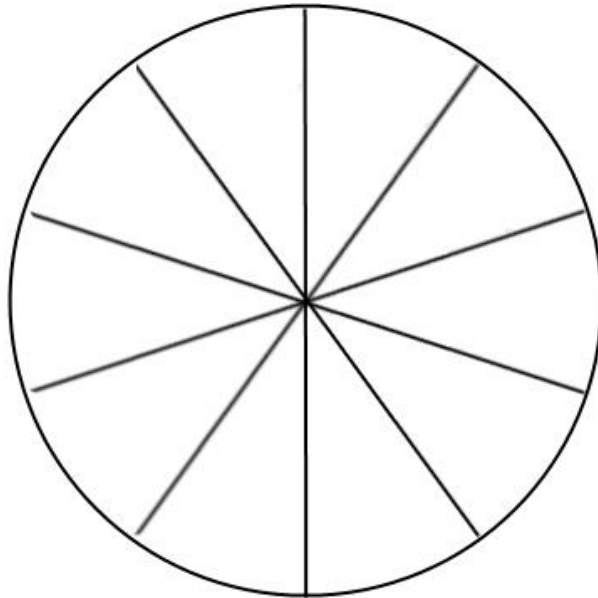
והנה, יש לנו מונה!

אפשרות שנייה לחבר בין שני הגלגלים



תבניות לגלגל הספירה

המורה יכולה לבחור לשנות את גודל הגלגל.



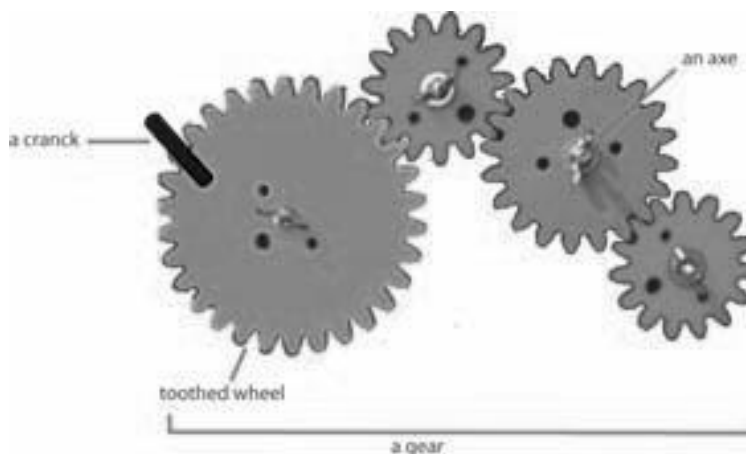
חומר רקע מדעי למורים על מכניקה

פרק 2 - מושגים מרכזיים

- כוחות פיזיקליים יכולים לעבור ממקום למקום, הן בגופים נעים והן בגופים נייחים
- כוחות פיזיקליים יכולים לשנות את מהירותו של גוף (להאיץ או להאט את תנועתו)
- כוחות פיזיקליים יכולים לשנות את הכיוון של גוף

בפרק 2 התלמידים בוחנים כיצד מנגנונים מכניים פשוטים יכולים להעביר תנועה, לשנות תנועה, להאיץ תנועה או להאט אותה. חשוב שלתלמידים יהיה ניסיון ממשי עם כוחות פיזיקליים בהקשרים שונים, ושתינתן להם הזדמנות להציע תחזיות ולדון בממצאים.

תרשים 1: שימוש בתמסורת גלגל שיניים כדי להעביר תנועה



מערכת גלגלי שיניים (תמסורת)

העברת תנועה

בתרשים, הכוח המופעל על הארכובה גורם לגלגל להסתובב, דבר הגורם בתורו לתנועה לעבור בין כל הגלגלים המשוננים בתמסורת גלגלי השיניים. כדאי לבקש מהתלמידים לחזות את כיוון התנועה (עם-כיוון-השעון או נגד-כיוון-השעון) של תמסורת גלגלי השיניים. אם נסובב את הארכובה נגד-כיוון-השעון, לאיזה כיוון יסתובבו הגלגלים?

שינוי מהירות התנועה

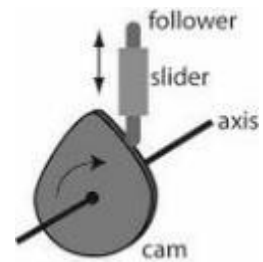
גלגלי השיניים בתרשים הם בגדלים שונים. סיבוב אחד מלא של הארכובה יגרום לגלגלים הקטנים יותר לסובב על צירם יותר מפעם אחת. אם נסובב את הארכובה בקצב קבוע, הגלגלים הקטנים בתמסורת גלגלי השיניים יסתובבו מהר יותר והתנועה תואץ. כדאי לשאול את התלמידים כיצד ניתן להאט את התנועה. התשובה היא שנצטרך שגלגל השיניים הקטן יותר יהיה מחובר לארכובה. במצב כזה היחס בין מספר הסיבובים מתהפך. לכן סיבוב אחד מלא של הגלגל הקטן יגרום לגלגל הגדול יותר להסתובב סיבוב חלקי. אם נסובב את הגלגל הקטן בקצב קבוע, שאר הגלגלים במערכת ינועו לאט יותר והתנועה תואט. התלמידים יכולים לבחון תמסורת גלגלי שיניים שונות ולנסות לשער בכל מקרה אם התמסורת תאט את התנועה או תאיץ אותה.

תרשים 2: שימוש במערכות של גלגלי שיניים כדי לשנות תנועה



יש דרכים שונות שבהן ניתן להשתמש בתמסורת גלגלי השיניים במכונות פשוטות כדי לשנות את התנועה. בדוגמה שהבאנו בתרשים 2, תמסורת גלגלי השיניים מתמירה תנועה סיבובית לתנועה קווית. כאשר הגלגל המשונן מסתובב, המסילה המשוננת נעה מימין לשמאל בהתאם לכיוון התנועה של הגלגל (עם-כיוון-השעון או נגד-כיוון-השעון). ניתן להשתמש במערכת מסוג זה בדרכים שונים כדי לנוע מלמעלה למטה או מצד לצד. ניתן להתקין את המסילה, לדוגמה, על החלק האופקי העליון של שער החלקה כדי לפתוח ולסגור של השער. אפשרות נוספת היא להתקין את המסילה באופן אנכי על שער של סכר כדי לשלוט במפלס המים (כפי שנוהגים לעשות בשערים של סכר).

תרשים 3: שימוש בזיזים כדי להעביר ולשנות תנועה



גלגלי זיזים הם מנגנונים יעילים ופשוטים לבנייה לשם העברה ושינוי של תנועה. היחידה מאפשר לתלמידים להפגין יצירתיות ולנסות להשתמש בזיזים מסוגים שונים ומשונים כדי לבחון את האופן שבו הם משפיעים על התנועה. בדוגמה בתרשים 3, כאשר הזיז מסתובב, העוקב עולה ויורד בהתאם לצורת הזיז, המוביל מאפשר לעוקב לנוע בחופשיות. בדומה לתמסורת גלגלי השיניים בתרשים 2, התנועה הסיבובית של הזיז מותמרת לתנועה קווית של העוקב והמוביל.

תפישות שגויות של תלמידים לגבי מדעי הכוחות והתנועה

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

תהליך התיכון ההנדסי ביחידה זו נועד כדי לספק לתלמידים הזדמנות למצוא פיתרונות יצירתיים לאתגרים הנדסיים, לעודד אותם להציג את דעותיהם, ולהציע הצעות לשיפור בצורה ביקורתית אך חיובית.

לימוד מכניקה באופן כזה מאפשר לתלמידים להתחיל להבין כוחות פיזיקליים בסיסיים. תלמידים מתקשים לעתים קרובות להסביר מהם כוחות, אבל מצליחים לזהות בקלות יחסית מה כוחות **עושים**, וכיצד הם משפיעים על גופים אחרים. הם יודעים מניסיונם שכוחות יכולים לגרום לגופים לנוע, ושהם יכולים להאט או להאיץ את התנועה של גופים. הם יודעים גם מניסיונם שעל מנת להזיז גוף ניח עליהם להפעיל כוח. גופים ניחים וגופים נעים עשויים להוות אתגר חשיבתי לא פשוט.

כוחות מאוזנים: גופים ניחים

תלמידים עשויים לטעון שכוחות אינם פועלים על גופים ניחים, ומתקשים להבין שכוחות פיזיקליים דרושים על מנת שהגוף יישאר ניח. ניתן להבהיר זאת בכמה דרכים, אבל בכל פעם שהדבר אפשרי, מוטב להבהיר לתלמידים באמצעות ניסיון חושי. בחינה של מאזן כוחות בטווח של גופים, ושינוי שיווי המשקל שלהם עצמם כדי לחוש את הכוחות הפועלים עליהם עשוי להיות מועיל, כמו גם הדיפה כלפי מטה של בלון הצף במכל מים, פעולה המאפשרת לתלמידים לחוש את כוח הציפה. הרעיון המרכזי הוא שגוף ניח אינו גוף שאף כוח אינו פועל עליו, אלא שהכוחות הפועלים עליו מאוזנים. ניתן להתנסות בזאת באופן ישיר באמצעות משחק 'משוך בחבל', כאשר כל אחד מהצדדים מפעיל כוח, ואף על פי כן לא נוצרת תנועה אם הכוחות שווים זה לזה (כלומר, מאוזנים). תלמידים גם מתקשים להבין שכוחות במערכות ניחות יכולים להיות מועברים בתוך המערכת עצמה. הסיבה לכך היא שקשה להבין התמרה או העברה כאשר מדובר במערכת ניחת. שוב, כשהדבר אפשרי, חשוב לאפשר לתלמידים לחוש או לראות את הכוחות הפועלים על גופים ניחים. בחינה של דרכים יצירתיות לתמוך במשקל בדגמים מוקטנים (כולל, אך לא רק, של גשרים) היא דרך מוצלחת במיוחד לעשות זאת.

כוחות מאוזנים: גופים נייחים

השימוש בכוח כדי להניע חפצים נייחים עשוי להוביל את התלמידים למסקנה שאם הם ימשיכו להפעיל כוח על הגוף כדי להניע אותו, הגוף ימשיך לנוע עד שהכוח שהם מפעילים יאזל. אם הם זורקים כדור באוויר, לדוגמה, הם עשויים להסיק שהכוח שהם נתנו לכדור נשאר בו עד שהוא נגמר (כלומר, שהתנועה של הגוף מכלה את הכוח, ולא פועלת על הגוף). המסקנה הזאת סבירה ואינטואיטיבית, אך סותרת את ההסבר המדעי. כוחות אינם שייכים לגופים שעליהם הם פועלים. כוחות הפועלים על גוף הנע בקו ישר ואינם מאיצים או מאטים, הם כוחות מאוזנים. הדבר קשה להבנה מפני שלפעמים קשה להבין אילו כוחות פועלים על גוף נע, והאם הגוף נע באותה מהירות, מאט או מאיץ. כאשר הכוחות הפועלים על גופים נעים אינם מאוזנים, הגוף יאט, יאיץ או ישנה כיוון. התלמידים עשויים להבין זאת בצורה טובה יותר אם המורה תסתמך על ניסיון חייהם הממשי. ילדים, לדוגמה, מודעים לכך שעליהם להשתמש בבלמים או בכוח החיכוך כדי להאט כאשר הם רוכבים על אופניים במורד גבעה תלולה. מדובר בניסיון חשוב שהמסקנה המתבקשת ממנו היא שעל מנת להאט חפץ נע, יש להפעיל כוח באופן קבוע. הדבר תקף גם לגבי גוף הנמצא בתאוצה; מוכרח להיות כוח הפועל עליו באופן תמידי. כאשר אנחנו רוכבים במישור, לדוגמה, אנחנו צריכים לדווש כל הזמן כדי להאיץ. כאשר גוף נמצא בנפילה חופשית, כוח המשיכה פועל על הזמן על מנת למשוך אותו לעבר הקרקע. פירוש הדבר שהגוף ינוע יותר ויותר מהר עד שהוא

יתנגש בקרקע. הדבר אינו קורה מפני שישנו כוח אחר, התנגדות האוויר, המאזן את כוח המשיכה. בחינה של מצנח יכולה לשמש הדגמה מצוינת כדי להבהיר את הנקודה.

היחידה מציעה לתלמידים מגוון של ניסויים כדי לבחון כוחות פיזיקליים בהקשרים שונים. ניתן להשתמש בניסויים אלו כדי לחדד את המודעות של התלמידים לאופן שבו מהנדסים ומהנדסות משתמשים בידע שלהם על כוחות פיזיקליים כדי לתכנן ולבנות מכונות פשוטות שנועדו למשימות ספציפיות. ההתמודדות עם משימות האתגר ההנדסיות יכולה להרחיב את אופקיהם של התלמידים ולגרום להם להתחיל לחשוב על הדרכים השונות שבאמצעותם ניתן להעביר ולהתמיד כוחות, על האופן שבו מכונות פשוטות מעבירות תנועה למטרות מסוימות, ועל מנגנונים שנועדו להאיץ או להאט תנועה. ברוב הניסויים, באמצעות בניית הדגמים, התלמידים ירכשו ניסיון חושי וחזותי של כוחות פיזיקליים בפעולה.

שותפים

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

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

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

There are 10 units available in these languages.



The units are available on www.engineer-project.eu till 2015 and on www.scientix.eu

