

ברוכים הבאים!

כשאני שומע - אני שוכח • כשאני רואה - אני זוכר • כשאני עושה - אני מבין!

- קונפוציוס -

עגלת תינוק בשבת - חורש או כובש



אז מה עושים?



פוגשים
מדען



מפליגים
לארץ אחרת



קוראים
ונהנים



בונים
דגם טכנולוגי



מגלים
חוקי מדע



חוקרים
תופעות

- בהצלחה ובהנאה! -



וַיִּסַּר אֶת אַפְּנֵי מְרַכְבֵּיתוֹ וַיִּנְהַגְהוּ בְּכַבֵּדָת

שמות פרק י"ד, פסוק כ"ה

הקב"ה הסיר את גלגלי המרכבות של פרעה ואנשיו [רש"י: מכח האש נשרפו הגלגלים]

ואז – המרכבות התנהלו בכבדות [המלבי"ם: ויסר. "והעמוד באשו שרף את אופני המרכבות שהיה מעץ, וגם על ידו נמס הגליד שבקרקע שהיה קרח וקפאון ונעשה לח וטיט היון, ועי"ז וינהגו בכבדות, כי תחלה בלכתו]

איך הסרת הגלגלים ויצירת הטיט קשורים להתנהלות בכבדות?

על כך תלמדו בפעילות זו.



החומרים הדרושים לכם לבנייה

- 2 תבניות פוליגל מלבניות דומות אך לא זהות:
האחת עם תעלות רוחביות ושני חורים קטנים [סיפון - אדום]
השנייה עם תעלות אורכיות, עם רצועות דבק דו-צדדי, אך ללא חורים [גחון - כחול]
- גביע פלסטיק קטן ומכסה
- סיכות מתפצלות
- חרוזים קטנטנים





חיבור תא המטען [הגביע]

1. השחילו סיכה מתפצלת בחור המרכזי בתבנית של ה"סיפון".
2. השחילו את הגביע על גבי הסיכה [קדוח חור בבסיס הגביע].
3. פצלו את זרועות הסיכה בתוך הגביע.

3



2



1





הכנת "שקע" לחיבור מהיר

1. הכינו "שקע" שיאפשר חיבור מהיר של החוט, המחבר את נושא המשקולות לסיפון הכרכרה:
 2. **השחילו** סיכה מתפצלת, דרך החור שבקצה הסיפון.
 3. **השחילו** חרוז על זרועות הסיכה המתפצלת.
 4. **פצלו** את שתי זרועות הסיכה על החרוז.
- בין שתי זרועות הסיכה יש חריץ – זהו ה"שקע".

3



2



1





חיבור הסיפון והגחון

1. **חברו** את הסיפון לגחון באמצעות הדבק הדו-צדדי

2



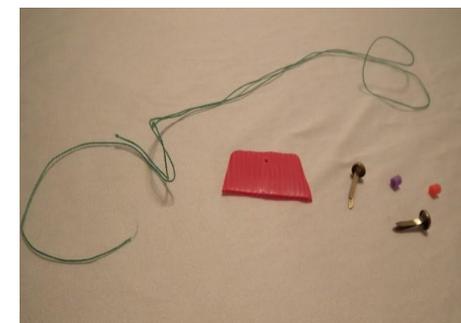
1





החומרים הדרושים לכם לבנייה

- פוליגל בצורת טרפז " =נושא המשקולות "
- חוט באורך של כ 50-ס"מ -לא יותר!
- 2סיכות מתפצלות.
- 2שני חרוזים.





הכנת נושא המשקולות - שלב א

1. **פצלו** קלות את אחת הסיכות.
2. **השחילו** את קצה החוט אל המרווח שבין שתי זרועות הסיכה.
3. **"נעלו"** את זרועות הסיכה על החוט המבצבץ, **ולפפו** את החוט המבצבץ סביב שתי זרועות הסיכה מספר פעמים.
4. **השחילו** חרוז על שתי זרועות הסיכה **ודחפו** אותו עד שהוא ייבלם בראש הסיכה.
5. **השחילו** את הסיכה לתוך החור שבנושא המשקולות **ופצלו** את הזרועות מאחור.

2



1

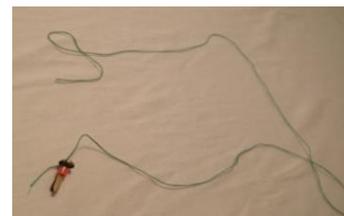




הכנת נושא המשקולות - שלב ב

1. קודם הכנתם "שקע" בגוף הכרכרה. עכשיו תכינו את ה"תקע" בקצה החוט שיתחבר אליו:
2. **פצלו** קלות את הסיכה שנותרה.
3. **השחילו** את הקצה החופשי של החוט אל המרווח שבין שתי זרועות הסיכה.
4. **"נעלו"** את זרועות הסיכה על החוט המבצבץ, **ולפפו** את החוט המבצבץ סביב שתי זרועות הסיכה מספר פעמים.
5. **השחילו** חרוז על שתי זרועות הסיכה והחליקו אותו עד שהוא ייבלם בראש הסיכה.
6. **פצלו** רק זרוע אחת של הסיכה על גבי החרוז. את הזרוע השנייה השאירו זקופה. זהו ה"תקע".

1





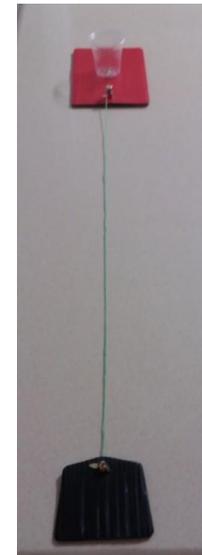
ניסוי מספר 1

ציוד

גוף הכרכרה | נושא המשקולות עם החוט

התנסות

- הניחו את הכרכרה במרכז השולחן.
- חברו את החוט אל הכרכרה:
- נעצו את ה"תקע" אל תוך ה"שקע", "שהכנתם בגוף הכרכרה.
- העבירו בעדינות את נושא המשקולות מעבר לשפת השולחן.





ניסוי מספר 1

מה קורה?

הכרכרה לא נעה

למה זה קורה?

הרי כוח הכבידה מושך את נושא המשקולות, שמושך את החוט, שמושך את הכרכרה. אז למה הכרכרה לא נעה?

נראה שמהו בולם אותה.

נחקור את הכוח שבולם אותה.

ננסה להתגבר על "הכוח הנעלם" שבולם את הכרכרה ולהניע אותה.



ניסוי מספר 2

ציוד

נושא המשקולות עם החוט | מסמרים או ברגים

התנסות

- השחילו מסמר או בורג אל תוך אחת התעלות שבנושא המשקולות.
- שימו לב! השחילו רק את קצה הבורג, כדי שהוא יישלף בקלות.
- משום שבכל שלב בניסוי תצטרכו לשלוף את הברגים ולהשחילם מחדש.
- השחילו עוד בורג ועוד בורג, עד שנושא המשקולות יצליח להתגבר על הכוח שבולם את הכרכרה, והיא תנוע.
- סיפרו את מספר הברגים שהיו דרושים להנעת הכרכרה וסמנו בטבלה הבאה, בטור "לוח השולחן."





ניסוי מספר 2

כמה ברגים היו במשקולת, כשהמרכבה התחילה לנוע?

מספר הברגים

					8
					7
					6
					5
					4
					3
					2
					1
בד	קרטון	קרטון גלי	לוח השולחן		

מרקם
המסלול



מהו הכוח הנעלם ? הסבר

אתם מכירים את הכוח הזה. לדוגמה – כאשר אתם מנסים לרכוב עם אופניים על החול. לכוח הזה קוראים "כוח החיכוך".

הגחון של הכרכרה שלנו נראה חלק לגמרי. גם השולחן נראה חלק.

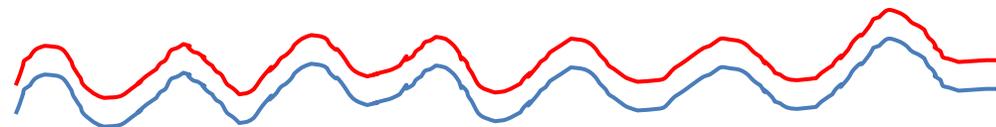
אבל, בפועל, גם הגחון וגם השולחן אינם חלקים לגמרי. לכל אחד מהם יש מעין בליטות ושקעים זעירים, שניתן לראות רק בעזרת מיקרוסקופ.

כשהכרכרה מונחת על השולחן -

הבליטות של הגחון שלה ננעצות בשקעים שבשולחן, והבליטות שבשולחן ננעצות בשקעים של גחון הכרכרה.

ואז - הכרכרה והשולחן נאחזים זה בזו, כאילו הם "משלבים אצבעות", ויחד הם מונעים את תנועת הכרכרה.

הכוח שנוצר מן ה"חיבור" מכונה "כוח החיכוך".





מהו הכוח הנעלם? הסבר

צריך להפעיל כוח כדי לנתק את השולחן והכרכרה זה מזו. במערכת שלנו הכוח המופעל הוא כוח הכבידה, שמושך את נושא המשקולות, שמושך את החוט, שאמור למשוך את הכרכרה. מדוע הכרכרה לא נעה למרות שהופעל עליה כוח הכבידה? נראה שכוח החיכוך חזק מאוד והוא גבר על כוח הכבידה, ולא מאפשר את ניתוק הכרכרה מהשולחן. כאשר הוספתם מסמרים לנושא המשקולות, הגדלתם בהדרגה את פעולת כוח הכבידה. עד שבשלב מסוים כוח הכבידה גדל מעבר לגודלו של כוח החיכוך. כוח הכבידה גבר על כוח החיכוך. הוא הצליח לנתק את הכרכרה מהמסלול. והכרכרה התחילה לנוע. ישנם גורמים שונים המשפיעים על גודלו של כוח החיכוך. אנחנו נבדוק בניסויים הבאים חלק מהם: איך משפיע **המרקם** של המסלול שעליו נעה הכרכרה. איך משפיעה **המסה** [מה שקוראים בחיי היומיום – המשקל] של הכרכרה. איך משפיע **הגודל** של שטח החיכוך.



החומרים הדרושים לכם לניסוי

- משטחי חיכוך שונים – את חלקם תמצאו בערכה. אחרים תיקחו מכל המצוי בבית ...
 - לדוגמה:
 - פיסת בד
 - קרטון ממארז של דגני בוקר
 - קרטון גלי
 - מגבת



רצוי להצמיד את משטחי החיכוך את השולחן באמצעות נייר דבק
בכל שלב משלבי הניסוי תשתמשו במשטח אחר, תחזרו על אותן פעולות
ותתעדו בטור המתאים בטבלה שני דברים :
סוג משטח החיכוך ומספר הברגים שנדרשו להנעת הכרכרה



ניסוי מספר 3 - שלבים א' ואילך

ציוד

הדגם שהכנתם | משטחי חיכוך שונים | ברגים או מסמרים

הכנה להתנסות, התנסות, תיעוד הממצאים

- **בחרו** משטח חיכוך וציינו בטור המתאים בטבלה את סוג המשטח. **הוציאו** את כל הברגים מנושא המשקולות **הניחו** את הכרכרה בקצה המשטח שבחרתם ואת נושא המשקולות מעבר לשפת השולחן.
- אם הכרכרה אינה נעה - **הוסיפו** בהדרגה ברגים לנושא המשקולות עד שהכרכרה תתחיל לנוע.
- **סיפרו** כמה ברגים היו דרושים כדי להניע את הכרכרה, **וסמנו** את המספר בטור המתאים בטבלה. וחוזר חלילה עם כל משטחי החיכוך.



ניסוי מספר 3 - שלב א' [דוגמה לניסוי ותיעוד]

ציוד

הדגם | פיסת בד | ברגים או מסמרים

התנסות

- הניחו את הכרכרה בקצה המשטח ואת נושא המשקולות עם החוט מעבר לשפת השולחן.

מה קורה ולמה

- אם הכרכרה אינה נעה, סימן שכוח הכבידה עדיין אינו גדול מכוח החיכוך.
 - **השחילו** בהדרגה ברגים אל תוך נושא המשקולות, עד שהכרכרה תתחיל לנוע.
- סיפרו** את מספר הברגים שהייתם צריכים להשחיל וסמנו בטבלה.
אל תשכחו לכתוב באיזה משטח חיכוך השתמשתם.





תיעוד הממצאים בכל שלבי הניסוי

כמה ברגים היו במשקולת, כשהכררה התחילה לנוע?

				8
				7
				6
				5
				4
				3
				2
				1
			לוח השולחן	

מרקם
המסלול



ניסוי מספר 3 – סיכום כל השלבים

מה קורה?

ככל שהמרקם עליו נעה הכרכרה מחוספס יותר,
כוח החיכוך גדול יותר.

למה זה קורה?

ככל ששטח החיכוך מחוספס יותר -ה"שקעים"וה"בליטות" צפופים ועמוקים יותר,
לכן -האחיזה של הכרכרה ומשטח החיכוך זה בזה חזקה יותר ...



החומרים הדרושים לכם לניסוי

- הדגם שבניתם
- גולת
- לוח שולחן





ניסוי מספר 4 - שלבים א ואילך

ציוד

הדגם שהכנתם | גולות | ברגים או מסמרים

הכנה להתנסות, התנסות, תיעוד הממצאים

- **הניחו** את הכרכרה בקצה המשטח שבחרתם ואת נושא המשקולות מעבר לשפת השולחן.
- **הוסיפו** גולה אחת לתא המטען.
- אם הכרכרה אינה נעה - **הוסיפו** בהדרגה ברגים לנושא המשקולות עד שהכרכרה תתחיל לנוע.
- **סיפרו** כמה ברגים יש בנושא המשקולות **וסמנו** את המספר בטור המתאים בטבלה.
- **חיזרו** על הפעולות עד שתגיעו ל 3-גולות בתא המטען.



תיעוד הממצאים בכל שלבי הניסוי

כמה ברגים היו במשקולת, כשהכרכה התחילה לנוע?

מספר הברגים			
			8
			7
			6
			5
			4
			3
			2
			1
3	2	1	

מספר
הגולות



ניסוי מספר 4 - סיכום כל השלבים

מה קורה?

ככל שהמסה של הכרכרה גדולה יותר, כלומר - מספר הגולות בתא המטען גדול יותר, כוח החיכוך גדול יותר.

למה זה קורה?

ככל שהמסה גדולה יותר, הכרכרה מעיקה יותר חזק על משטח החיכוך, לכן - האחיזה של הכרכרה ומשטח החיכוך זה בזה חזקה יותר ... שאלה מחיי היומיום:

מה יותר קל לחלץ מהחול - אופניים או משאית?



הקדמה לניסויים הבאים

לפני כ-5,000 שנה, מצאו השומרים שחיו בעירק של היום,

פתרון להובלת משאות כבדים, לדוגמה אבנים כבדות.

הם הניחו מתחת לאבנים גזעי עצים.

כך הם הקטינו את שטח החיכוך.

במקום שהאבן כולה תתחכך בקרקע, רק חלק קטן ממנה התחכך בגזעי העצים.

נסו גם אתם ובדקו אם הרעיון עובד.

מה עושים? מנסים!



החומרים הדרושים לכם לניסוי

- 3 בולי עץ - שיפודים קצרים





ניסוי מספר 5

ציוד

הכרכרה עם נושא המשקולות " 3 |בולי עץ "

התנסות

- הניחו שלושה שיפודי עץ על המסלול [במקום גזעי העצים]
- הוציאו את כל הברגים מנושא המשקולות.
- הניחו את הכרכרה על גבי השיפודים
- אם הכרכרה אינה נעה -הוסיפו בהדרגה ברגים לנושא המשקולות עד שהכרכרה תתחיל לנוע.
- סיפרו כמה ברגים יש בנושא המשקולות וסמנו את המספר בטור המתאים בטבלה .





תיעוד הממצאים

כמה ברגים היו במשקולת, כשהכרכרה התחילה לנוע?

			8
			7
			6
			5
			4
			3
			2
			1
הכרכרה על גלגלים עם	הכרכרה על בולי	כל הגחון של הכרכרה על המשטח	

גודל שטח המסלול



ניסוי מספר 5 - סיכום ביניים

כאשר הכרכרה נעה על גבי בולי העץ, החיכוך קטן בהרבה.
דרושים פחות ברגים כדי להניע את הכרכרה.
ואכן -גזעי העצים]בולי העץ [היו רעיון טוב.
אולם -היתה בעיה.

היה צריך לפזר גזעי עצים לאורך כל המסלול, או להעביר בכל פעם את גזעי העץ קדימה לפני המשא.
וזה היה קשה מאוד!
עד שקם חכם אחר ואמר:

למה שלא נחבר את גזעי העצים למשטח הנושא את המשא באופן קבוע?
והוא המציא את הגלגל!!!

חברו גם אתם גלגלים לכרכרה ותיווכחו שהרעיון הזה היה מעולה.



מוסיפים גלגלים

1. **השחילו** בורג בכל אחד מהחרוזים -אלה **הצירים** של הגלגלים.
2. **השחילו** את החרוזים עם הברגים **בגחון** [השכבה התחתונה של הכרכרה] בתעלות הסמוכות לארבע הפינות.
3. **הקפידו** שהגלגלים לא יהיו צמודים מדי לגחון, כדי שהם יוכלו לנוע בחופשיות.

2



1





ניסוי מספר 6

ציוד

הכרכרה עם גלגלים

התנסות

- **הניחו** את הכרכרה על גבי המשטח
- **הוציאו** את כל הברגים מנושא המשקולות.
- אם הכרכרה אינה נעה - **הוסיפו** בהדרגה ברגים לנושא המשקולות עד שהכרכרה תתחיל לנוע.
- **סיפרו** כמה ברגים יש בנושא המשקולות **וסמנו** את המספר בטור המתאים בטבלה, שבה תיעדתם את הממצאים מן הניסויים הקודמים.





תיעוד הממצאים

כמה ברגים היו במשקולת, כשהכרכרה התחילה לנוע?

			8
			7
			6
			5
			4
			3
			2
			1
הכרכרה על גלגלים עם	הכרכרה על בולי	כל הגחון של הכרכרה על המשטח	

גודל שטח המסלול



סיכום

לענייננו:

הגלגלים מקטינים את כוח החיכוך והכרכרה נעה בקלות.

ואם מסירים את הגלגלים – הכרכרה נעה בכבדות.

יתרה מזאת –

על מסלול חלק [לדוגמה כביש] הכרכרה נעה בקלות יחסית. בבוא – היא שוקעת.



חורש או כובש?

חורש בשבת

גרירת משאות עם או ללא גלגלים נדונה בהקשר לאב המלאכה "חורש".

אב המלאכה "חורש"

מטרת הפעולה: אוורור ויישור הקרקע (כדי שיוכל לזרוע).

אב המלאכה: חורש, חופר בור בקרקע.



עגלת תינוק בשבת – חורש או כובש?

ביצה דף נ"ג:

”עגלה של קטן... ואינה נגררת אלא על גבי כלים. על גבי כלים - אין. על גבי קרקע - לא.
מאי טעמא? דקא עביד חריץ

מני ר' יהודה היא דאמר דבר שאין מתכוין אסור דאי ר' שמעון האמר דבר שאין מתכוין מותר (דתנן (רבי שמעון
אומר גורר אדם מטה כסא וספסל ובלבד שלא יתכוין לעשות חריץ אימא סיפא ר' יהודה אומר אין הכל נגררין

בשבת חוץ מן העגלה מפני שהיא כובשת].... ביצה כ"ג:]

עגלה של תינוק... ואינה נגררת אלא על גבי כלים (מסלול מרוצף). על גבי כלים – כן, על גבי קרקע – לא. מדוע? מפני
שעושה חריץ (בקרקה).

כדברי מי? כדברי ר' יהודה, שאמר: "דבר שאין מתכוון – אסור."

שכן, אם הברייתא נשנתה על ידי ר' שמעון, הרי אמר: "דבר שאין מתכוון – מותר."

שהרי שנינו: ר' שמעון אומר: "גורר אדם מיטה, כיסא וספסל, ובלבד שלא יתכוון לעשות חריץ."



עגלת תינוק – חורש או כובש?

דיון והעמקה

חורש – חופר ומסלק את העפר.

כובש – מועך ודוחס את העפר, בלי לסלק אותו ממקומו.

נסו להסיע את המכוננית - עם וללא גלגלים על גבי חול.

מתברר:

• הכרכרה ללא גלגלים: **חרשה** את הקרקע, סילקה את העפר, ויישרה את הקרקע ויצרה תלם, שמשני צדדיו נוצרו תלוליות עפר.

הכרכרה עם הגלגלים: אמנם יצרה שני חריצים, אבל לא סילקה את העפר, אלא **כבשה** אותו, דחסה אותו

הדא הוא דאת אמרת: "חוץ מן העגלה מפני שהיא כובשת"



למה זה קורה?

כדי להבין את התופעה עלינו להכיר עוד מושג: **לחץ**. "לחץ מוגדר כיחס בין "כוח" לבין "יחידת שטח".
בכרכה ללא גלגלים: שטח הגחון הוא 60 סמ"ר. משקל המרכבה = 600 גרם. משקל = כוח.
 הלחץ שמפעילה המרכבה על החול = השטח / הכוח, ובמספרים **10 יחידות לחץ 60:600 =**

ואילו בכרכה עם ארבעת הגלגלים:

נתון: שטח המגע של הגלגל עם החול הוא 1/2 סמ"ר. כיוון שישנם 4 גלגלים – שטח המגע הכולל הוא 2 סמ"ר.
 הלחץ שמפעילה המרכבה על החול = השטח : הכוח ובמספרים **300 יחידות לחץ 2:600 =**
 כלומר, הלחץ שמפעילים הגלגלים על החול גדול פי 30! לחץ בעוצמה כזו "**כובש**" את החול.

הערה: כלי הרכב שמשמש בסלילת כבישים הוא "מכבש", "שכן הוא "כובש" את האספלט, שהופך ל"כביש". גם המילה "כביש" היא מאותו שורש