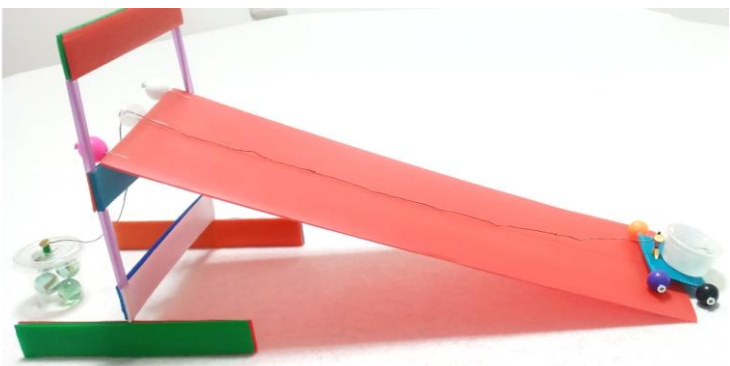


ברוכים הבאים!

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

- קונפוזיוס -

כבש המזבח



אז מה עושים?



פוגשים
מדען



מפליגים
לארץ אחרת



קוראים
ונהנים



בונים
דגם טכנולוגי



מגלים
חוקי מדע



חוקרים
תופעות

- בהצלחה ובהנאה! -



כבשי המזבח

זבחים דף ס"ג.

אמר רמי בר חמא כל כְּבָשִׁי כְּבָשִׁים שלש אמות לאמה,
חוץ מְכַבְּשׁוֹ של מזבח שהיה שלש אמות ומחצה ואצבע ושליש אצבע בזכרותא".
רש"י מבאר: "כל כְּבָשִׁים גדולים וקטנים שהיו שם, היה להן שיפוע של שלש אמות לאמה גובה. חוץ מְכַבְּשׁ הגדול
של מזבח - שעולין בו במשא איברים כבדים...
צריך שיהא משופע ביותר ונוח לעלות, לכך האריכוהו ל"ב שיפוע לט' אמות הרי לכל אמה שלש אמות ומחצה
ואצבע ושליש אצבע כשתיתן לכל אמה שלש ומחצה..."

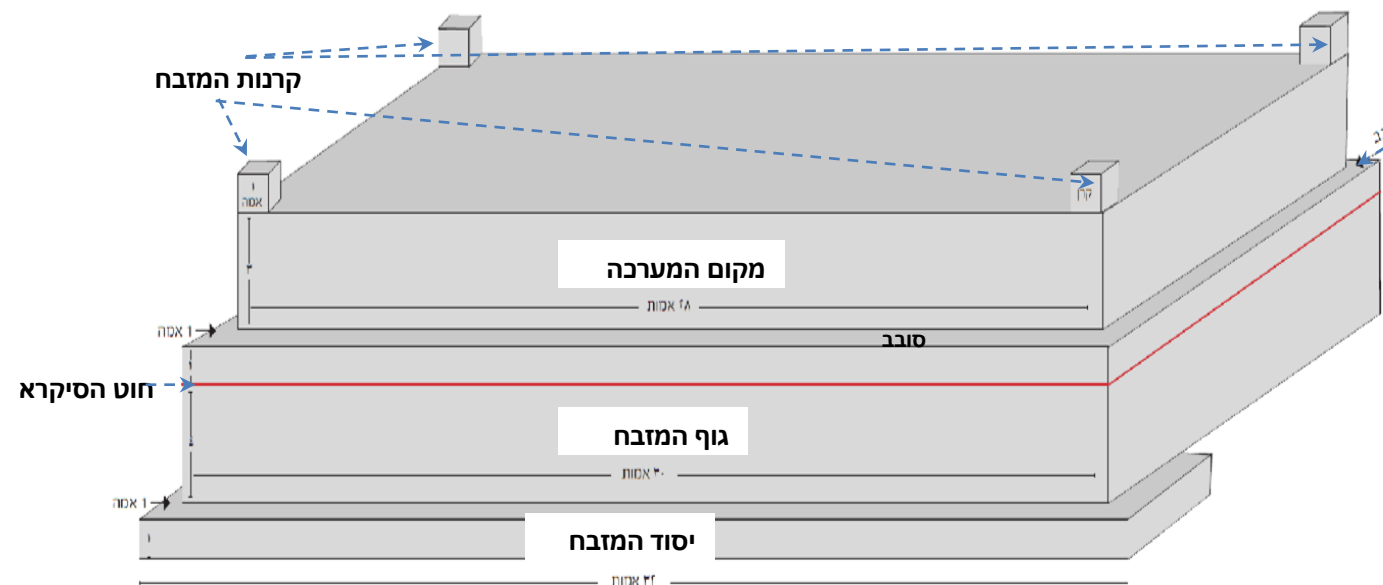
כדי להבין - נתחיל בלימוד מבנה המזבח



כבשי המזבח

דיון והעמקה

מזבח העולה





כבשי המזבח

יסוד המזבח:

חלקו התחתון של המזבח נקרא "יסוד המזבח", שהוא הבסיס למזבח.

היסוד היה ריבוע ששטחו כ"ח אמות על כ"ח אמות בימי בית ראשון.

בוני בית שני הגדילו את שטחו ל"ב אמות על ל"ב אמות. כך שנינו במסכת מידות, פרק ג, משנה א. המשנה לומדת זאת מהפסוק "והאריאל שתיים עשרה אורך בשתיים עשרה רוחב רבוע" (יחזקאל מג, טז). ביאור הפסוק הוא, שממרכז גג המזבח מדדו י"ב אמה לכל צד – סך הכל כ"ד אמות שהן אורך "מקום המערכה". על כך יש להוסיף ד' אמות לכל צד: מקום הילוך הכהנים, קרנות, סובב ויסוד. סך הכל ל"ב אמה.



כבשי המזבח

דיון והעמקה

הגמרא (זבחים סא:) מבארת, כי תוספת המזבח בבית שני נועדה עבור בורות השיתין, המיועדים לנסכים. בורות אלו היו בבית ראשון מחוץ לתחום המזבח, ובבית שני למדו, כי קיים מושג של "אכילה כשתייה" – כשם שהקרבנות נאכלים על המזבח כך יין הנסכים צריך להישפך בתוך תחום המזבח.

הרמב"ם בהלכות בית הבחירה, פרק ב, הלכה ה, פסק שזהו שטחו של המזבח שייבנה בבית עולמים.

גובהו של היסוד היה אמה אחת.

בפינה הדרום-מערבית של היסוד היו ממוקמים שני נקבים, ששימשו לצורך שפיכת שיירי דם הקורבנות. הדמים נשפכו אל אמת המים, ממנה הם נשטפו אל מחוץ לירושלים לנחל קדרון, כך מבואר במשנה מידות פרק ג משנה ב.



כבשי המזבח

דיון והעמקה

גוף המזבח:

על גבי יסוד המזבח נבנה גוף המזבח.

גם גוף המזבח היה ריבוע, אלא שהוא היה קטן יותר מן היסוד, באמה אחת מכל צד. כלומר, שטחו של גוף המזבח היה 30 אמות על 30 אמות.

גובהו של גוף המזבח היה חמש אמות.

"מקום המערכה" - על גבי "גוף המזבח" נבנה "מקום המערכה".

גם מקום המערכה היה מבנה ריבועי, קטן באמה אחת מכל צד יחסית לגוף המזבח. כלומר, שטחו של "מקום המערכה" היה 28 אמות על 28 אמות.

גובהו של "מקום המערכה" היה שלש אמות.

חלקו העליון של "מקום המערכה" הוא **גג המזבח**.



כבשי המזבח

דיון והעמקה

קרנות המזבח

בכל אחת מארבע הפינות של מקום המערכה נבנתה קרן, גובהה אמה אחת. בעל ה"כלי יקר" (שמות כ"ז, א') מבאר שתפקיד קרנות המזבח הוא לכפר על החוטא הנמשל לאיל בעל קרניים, המנגח כלפי מעלה.

הרמ"א בספרו תורת העולה מבאר כי ארבעת הקרנות הינן כנגד ארבעת החיות הנמצאות במרכבה העליונה, המחולקות לארבעת רוחות השמים, וביניהן הרווח הוא כ"ו אמות כנגד מניין שם הוי"ה ב"ה. במרכז המזבח ניצב ה'תפוח', אליו צוברים את הדשן של איברי הקרבנות.



כבשי המזבח

דיון והעמקה

כשנתבונן בשרטוט, נראה שבמקום שבו מסתיים "גוף המזבח" ומתחיל "מקום המערכה" ישנה "כניסה" של אמה אחת. אזור זה נקרא "טובב".

על הסובב הכוהנים יכלו לעמוד, לצעוד ולהקיף את המזבח. משם היו הכוהנים מזים את הדם על קרנות המזבח, כפי שנאמר בפרק "איזהו מקומן" (פרק ה' במסכת זבחים, משנה ג'): "כיצד? עלה בכבש, ופנה לטובב, ובא לו לקרן דרומית מזרחית, מזרחית צפונית, צפונית מערבית, מערבית דרומית. שיירי הדם היה שופך על יסוד דרומי". כיוון שגובהו של גוף המזבח הוא 3 אמות, וזה גובהו של אדם ממוצע, נוח היה לכהן המהלך על הסובב להזות משם את הדם על קרנות המזבח.



כבשי המזבח

דיון והעמקה

חוט של סיקרא

באמצע גובה המזבח, בגובה חמש אמות מן הקרקע, נמצא "חוט של סיקרא", שהוא חוט אדום, שמבדיל בין חלקו העליון לחלקו התחתון של המזבח. חוט זה נועד לשם הבחנה בין הקורבנות שדמם נזרק בחלקו העליון של המזבח - חטאת בהמה ועולת העוף, לבין אלו שדמם נזרק בחלקו התחתון של המזבח - עולת בהמה, אשם, שלמים וחטאת העוף.

הכבש

דרומית למזבח ממוקם הכבש, באמצעותו עולים אל גג המזבח.

אורכו של הכבש הינו ל"ב אמה (בשיפוע).

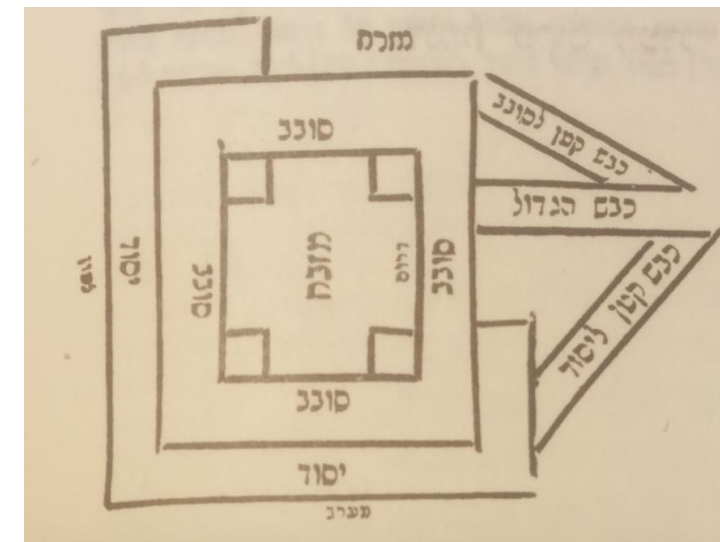
בעל "חנוכת הבית", בסימן ע', מבאר כי שמו של הכבש הינו מלשון "ונכבשה הארץ", שכן צועדים עליו כדי לעלות אל גג המזבח.



כבשי המזבח

דיון והעמקה

המזבח היה גבוה. ולכן היו 3 "כבשים" שעליהם היו הכהנים מטפסים:
 כבש אחד מרכזי, גדול, ומשני צידיו 2 כבשים קטנים יותר.
 רש"י שרטט את המזבח והכבשים במבט-על.





כבשי המזבח

דיון והעמקה

הרמב"ם, בהלכות בית הבחירה פרק ב' הל' יג, פוסק:
"וכבש היה בנוי לדרומו של מזבח, ארכו שלשים ושתים אמה על רחב ט"ז אמה... ואוויר מעט היה מפסיק בין הכבש למזבח,
כדי ליתן האיברים למזבח בזריקה. וגובה הכבש תשע אמות פחות שתות עד כנגד המערכה".
דברי הרמב"ם מבוססים על הגמרא במסכת זבחים, סב: האומרת,
שהרווח בין הכבש למזבח נלמד מלשון הפסוק בדברים, י"ב, כ"ז: "ועשית עולותיך הבשר והדם על מזבח ד' אלהיך" –
ממנו לומדת הגמרא: "מה דם בזריקה אף בשר בזריקה". מבואר אם כן, כי איברי קרבן העולה נזרקים מהכבש אל גג המזבח.



כבשי המזבח

דיון והעמקה

לצידי הכבש הגדול נמצאים שני כבשים קטנים היוצאים ממנו, אחד במזרח והשני במערב.

זו לשון הגמרא במסכת זבחים, ס"ב:

"אמר רב יהודה: שני כבשים קטנים יוצאין מן הכבש, שבהן פונים ליסוד ולסובב, ומובדלין מן המזבח מלוא נימא".

מבאר רש"י במקום: "אותו שפונין בו לסובב יצא במזרחו של כבש לימין ויוצא ומתחיל בשיפולו של כבש ונמשך ועולה באלכסון

עד שמגיע לסובב; והפונה ליסוד יוצא למערבו להוליך בו שיירים של חטאת, שיורד מן המזבח פונה לשמאלו ליסוד דרומי

ומתחיל לצאת בשיפולו של כבש, רחוק מן המזבח, כדי שיהא נוח לשפע ולירד ליסוד".



כבשי המזבח

דיון והעמקה

ובהמשך הסוגיה, בדף ס"ג.

"אמר רמי בר חמא כל כבשי כבשים שלש אמות לאמה, חוץ מכבשו של מזבח שהיה שלש אמות ומחצה ואצבע ושליש אצבע בזכרותא".

ורש"י על אתר מבאר:

"כל כבשים גדולים וקטנים שהיו שם, היה להן שיפוע של שלש אמות לאמה גובה.

חוץ מכבש הגדול של מזבח - שעולין בו במשא איברים כבדים, והוא חלק - צריך שיהא משופע ביותר ונוח לעלות, לכך

האריכוהו ל"ב שיפוע לט' אמות הרי לכל אמה שלש אמות ומחצה ואצבע ושליש אצבע כשתיתן לכל אמה שלש ומחצה..."



כבשי המזבח - הסבר

בכבשים הקטנים השיפוע היה ביחס של 1:3,

(שתרגומו למעלות הוא: 18.43 מעלות),

ואילו בכבש הגדול השיפוע היה מתון יותר, ביחס של 9:32

(שתרגומו למעלות הוא: 15.71 מעלות).

הנימוק לשיפוע המתון הוא, שבכבש זה היה על הכוהנים להעלות את האיברים הכבדים.

כדי להבין את הסיבה להבדלים בין הכבשים השונים, נבנה דגם של "כבש" – מישור משופע,

נערוך ניסויים, נמדוד את התוצאות, ונסיק את המסקנות



מהו מישור משופע

המישור המשופע הוא אחד מ-"6 המכונות הפשוטות".

המכנה המשותף לכל 6 המכונות: הן מסייעות לנו להתגבר על מגבלות של הכוח האנושי.

אין תיעוד לגבי הממציא של המישור המשופע. אולם, משום שיש במישור המשופע עקרונות דומים לעקרונות של המנוף והגלגלת – המיוחסים לארכימדס מייחסים לו גם את המצאת המישור המשופע.

השימוש העיקרי של המישור המשופע הוא להעלאת משאות כבדים.

אנחנו נגלה שבמקדש השתמשו בעקרונות של המישור המשופע...



צפון: בולגריה, אלבניה ומקדוניה
 מזרח: טורקיה והים האגאי
 מערב: הים היווני
 דרום: הים התיכון

עיר הבירה: אתונה
 בראש המדינה: נשיא
 מטבע: אירו
 שפה עיקרית: יוונית

שוכנת לחוף הים התיכון,
 בדרום-מזרח יבשת אירופה.



רוצים
 לדעת עוד?
 לחצו





ארכימדס

300 שנה לפני הספירה

ארכימדס היה מדען וממציא שחי 300 שנה לפני הספירה
הוא גר בעיר סירקוזה ביוון

ארכימדס גדל במשפחה של מדענים, ולכן אף אחד לא התפלא שגם הוא הפך למדען. כולם
התפעלו כשהם גילו שארכימדס עסק בתחומי מדע רבים והמציא המצאות רבות.

בין המצאותיו החשובות – 3 מתוך "6 המכונות הפשוטות":

גלגלת

מנוף

בורג





ארכימדס

ארכימדס והמנוף

פעם אחת החליט הירון, מלך סירקוזה, להכין מתנה לידידו מלך מצרים. הוא בנה ספינה ענקית ומילא אותה באוצרות. הבנייה נעשתה בסדנה ביבשה. משהסתיימה הבנייה – צריך היה להעביר את הספינה אל הים. אבל, הספינה היתה כל כך גדולה וכבדה, ואי אפשר היה להזיז אותה. למלך היתה בעיה. מה עושים? בכל פעם שהמלך הירון נתקל בבעיה קשה – הוא פנה אל ארכימדס, המדען והממציא. גם הפעם פנה המלך אל ארכימדס. ארכימדס ישב מספר ימים וחשב. ואז הוא חזר אל המלך ואמר לו: אדוני המלך, המצאתי מכונה שבעזרתה תוכל להרים לבדך את הספינה ולהביא אותה אל הים. המלך לא האמין לארכימדס, הוא אפילו קצת כעס, כי חשב שארכימדס צחק לו. אם אני לא אצליח להעביר את הספינה לים – תקבל עונש חמור מאוד!!! איים המלך. ארכימדס לא התרגש מהאיום, כי הוא היה בטוח שיצליח.



ארכימדס

ארכימדס והמנוף [המשך]

ארכימדס הצליח, כמובן.

תמיד הוא הצליח להמציא מכשירים שפתרו כל מיני בעיות.

הוא בנה מנוף, שבעזרתו הצליח המלך להרים את הספינה ולהעביר אותה לים.

ארכימדס היה מאושר וגא.

כל כך גא עד שהוא הכריז:

תנו לי מנוף מספיק ארוך – וארים את העולם כולו!!!

או במדענית: **"תנו לי נקודת משען וארים את העולם"**.

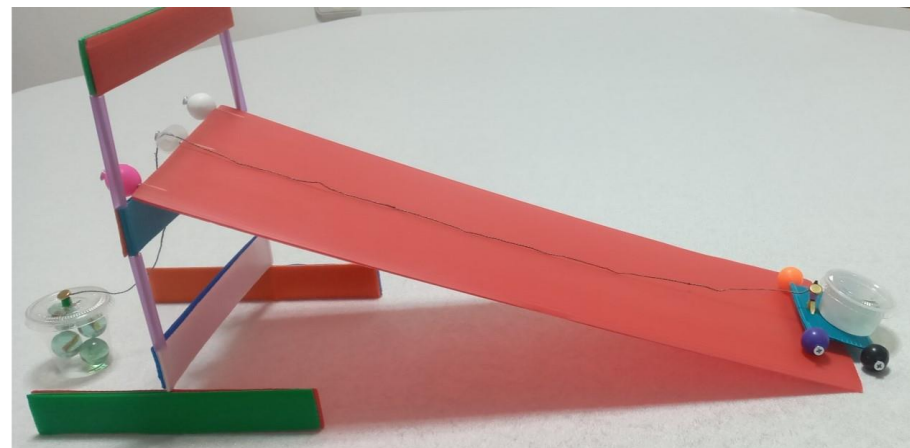
נערוך מספר ניסויים ואחר כך נבנה מנוף



טכנוקט



כבש המזבח – מישור משופע

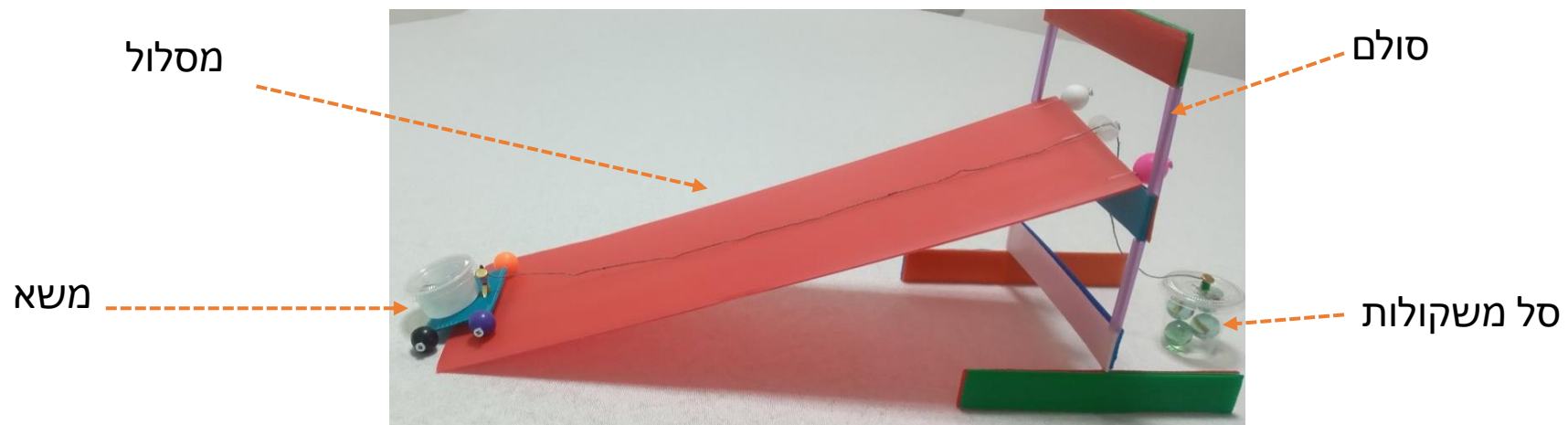


מה בונים? << >>



מכירים את מבנה הדגם

מבנה הדגם:





החומרים הדרושים לכם לניסוי

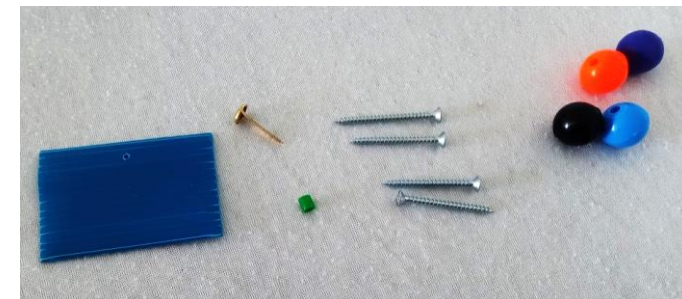
- 5 רצועות אורכיות
- 5 רצועות רוחביות
- 4 קשיות קטנות
- 2 שיפודים
- מלבן פוליגל ארוך
- פקק מבחנה
- 6 ברגים
- 6 חרוזים עגולים
- 2 מלבנים בינוניים מפוליגל – אחד אורכי ואחד רוחבי
- כוסית חד פעמית ומכסה
- חוט
- סיכות מתפצלות + חרוזים קטנטנים





החומרים הדרושים לכם לבנייה

- 2 מלבני פוליגל בינוניים
- 4 חרוזים
- 4 ברגים
- סיכה מתפצלת
- חרוז קטנטן
- מסמר או שיפוד בתור מקדח





מכינים את המשא - שלב א

1. **קידחו** באמצעות המסמר חור: סמוך לאחת הצלעות הארוכות, במרכזה של הצלע

1



2



3





מכינים את המשא - שלב ב

1. השחילו 4 ברגים ("צירים"), לתוך 4 חרוזים – ("גלגלים")

1





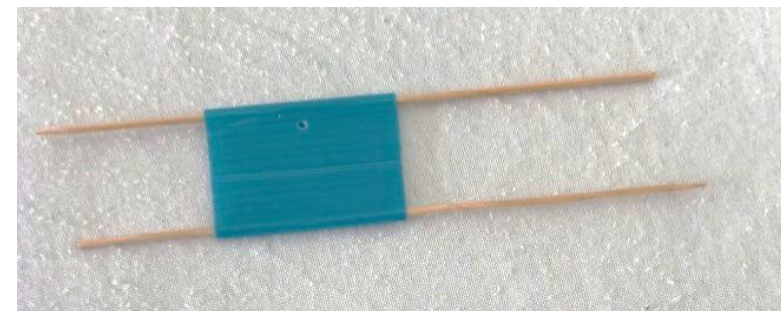
מכינים את המשא - שלב ג

1. כדי להרכיב את התעלות בפוליגל, **השחילו** שני שיפודים בשתי תעלות הסמוכות לצלעות הארוכות של מלבן הפוליגל.
2. **שילפו** החוצה את השיפודים והשחילו במקומם את 4 הצירים.
3. **שימו לב!** אל תנעלו את הגלגלים.
4. **אפשרו** להם תנועה חופשית.

2



1

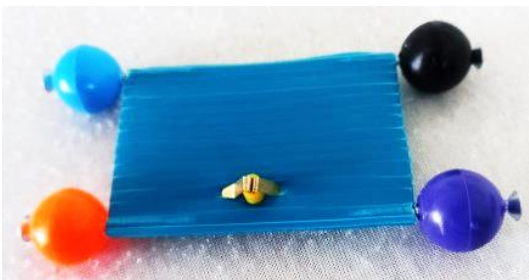




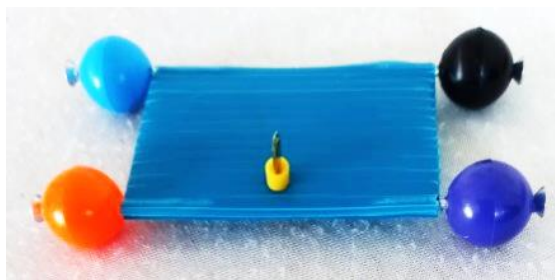
מכינים את המשא - שלב ד

1. **השחילו** סיכה מתפצלת בחור הקדוח בגוף המשא כך שזרועותיה יבצבצו בגב הפוליגל
 2. **השחילו** חרוז קטנטן על זרועות הסיכה
 3. **פצלו** את הזרועות על גבי החרוז
- המירווח בין הזרועות = **השקע** לחיבור המהיר.

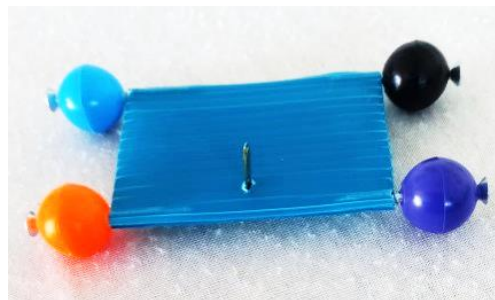
4



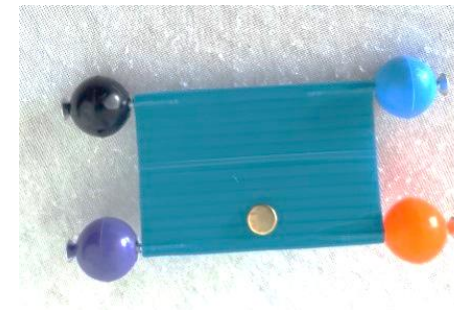
3



2



1





החומרים הדרושים לכם לבנייה

- הדגם שהכנתם עד כה
- כוסית חד פעמית
- מכסה
- סיכה מתפצלת
- גולות
- מסמר או שיפוד בתור מקדח

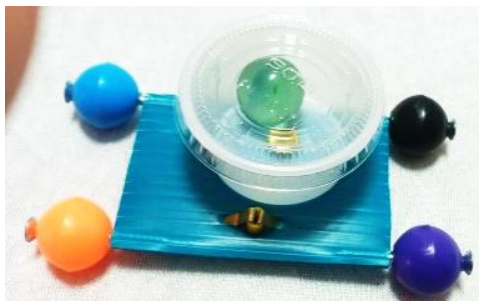




מכינים את המשא - שלב ה

1. **הניחו** את הכוסית הקטנה באמצע גוף המשא.
2. **הקפידו** שהיא לא תכסה את התקע לחיבור מהיר שהכנתם קודם.
3. **חוררו** באמצעות שיפוד חור ממרכז הכוסית אל גוף המשא.
4. **פצלו** את הסיכה בתחתית המשא.
5. **הכניסו** גולה אחת וסיגרו את הכוסית.

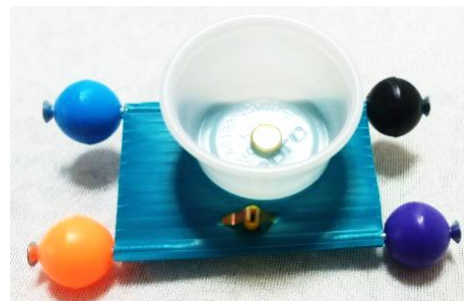
2



3



2



1





החומרים הדרושים לכם לבנייה

- 10 רצועות מלבניות:
 - 5 אורכיות עם רצועת דבק דו צדדי
 - 5 רוחביות
- 2 שיפודים
- 4 קשיות קטנות





מכינים את הסולם – שלב א

1. יש לכם 10 מלבנים.
2. 5 מהם עם תעלות לאורך ועליהן רצועת דבק דו-צדדי,
3. ו-5 עם תעלות לרוחב.
4. כדי לתת לשלבי הסולם חוזק מבני -
5. **הדביקו** את המלבנים בזוגות - שתי וערב.

3



2



1



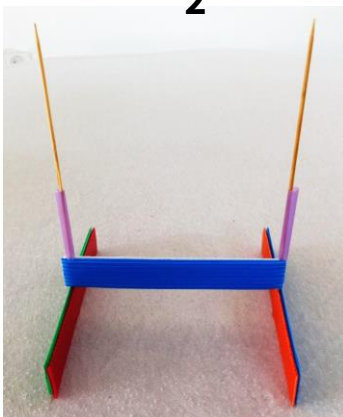


מכינים את הסולם - שלב ב

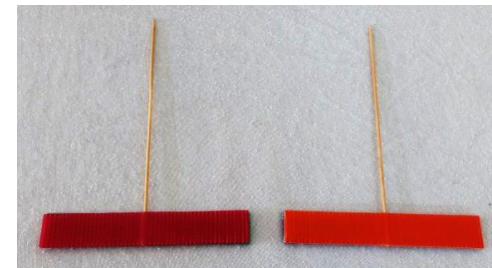
1. **השחילו** שיפודים בתעלות מרכזיות בשניים מהשלבים שהכנתם.
אלה יהיו "עמודי" הסולם.

2 **השחילו** על העמודים שלב נוסף.
הקפידו מכאן ואילך - ה"עמודים" ייכנסו לתעלות קיצוניות של כל שלב.

2



1





מכינים את הסולם – שלב ג

- בהמשך – נבצע מדידות ונשווה בין התוצאות.
כדי להבטיח שהמרווחים בין השלבים השונים של הסולם יהיו שווים –
1. **השחילו** קשיות על העמודים.
אלה יהיו האחראים למרווחים.

1





מכינים את הסולם – שלב ד

1. **השחילו** את השלב השני. החליקו אותו לאורך העמודים, עד שהוא ייבלם בקשיות
2. **השחילו** עוד זוג קשיות
3. **השחילו** את השלב השלישי

הסולם מוכן.

2



1





החומרים הדרושים לכם לבנייה

- מלבן פוליגל ארוך
- 2 חרוזים עגולים
- 3 ברגים
- פקק מבחנה





מכינים את המסלול – שלב א

1. **השחילו** ברגים לתוך 2 החרוזים הנותרים
2. **השחילו** את הברגים עם החרוזים לשתי תעלות, סמוך לקצוות באחת מהצלעות הקצרות של מלבן הפוליגל הארוך.

אלה יהיו המיתלים של המסלול על שלבי הסולם.

אל תצמידו את המיתלים לפוליגל. **השאירו** מירווח קטן.

1





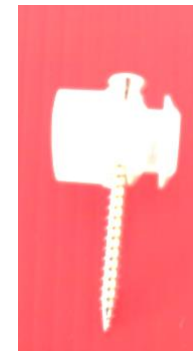
מכינים את המסלול – שלב ב

1. **השחילו** בורג לתוך החור בפקק הקטן
זו תהיה הגלגלת לחוט.
2. **השחילו** את הבורג לתעלה מרכזית בין שני המיתלים.
3. **הצמידו** היטב את הגלגלת לפוליגל.

2



1



מה בונים? << >>



החומרים הדרושים לכם לבנייה

- כוס חד פעמית קטנה
- מכסה מחורר
- חוט
- 2 סיכות מתפצלות
- 2 חרוזים קטנטנים
- 4 גולות

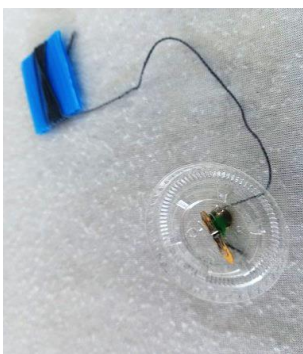




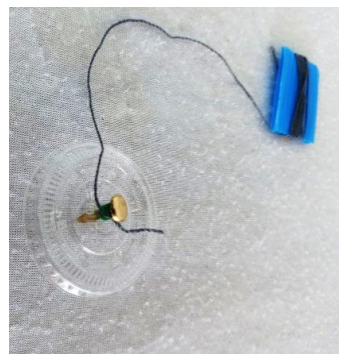
מכינים את סל המשקולות – שלב א

1. **השחילו** את קצה החוט בין זרועותיה של סיכה מתפצלת
2. **לפפו** את קצה החוט סביב שתי זרועות הסיכה יחד
3. **השחילו** חרוז קטנטן על זרועות הסיכה והצמידו אותו, יחד עם החוט, אל ראש הסיכה
4. **השחילו** את הסיכה לתוך החור במכסה הפלסטיק, מבחוץ-פנימה
5. **פצלו** את זרועות הסיכה על המכסה.

4



3



2



1





מכינים את סל המשקולות – שלב ב

1. **שחררו** את החוט המלופף וגזרו אותו באורך של המסלול + 15 ס"מ בערך
2. **השחילו** את הקצה המשוחרר של החוט אל בין זרועותיה של סיכה מתפצלת **ולפפו** את קצה החוט סביב זרועות הסיכה
3. **השחילו** חרוז קטנטן על זרועות הסיכה **והצמידו** אותו יחד עם החוט אל ראש הסיכה
4. **קפלו** זרוע אחת בלבד.
זה יהיה **התקע** לחיבור המהיר

2



1





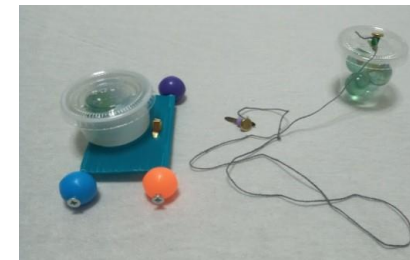
מכינים את סל המשקולות – שלב ג

1. **כסו** את הכוסית במכסה עם החוט
2. **חברו** את החוט למשא – **הכניסו** את התקע לשקע

2



1

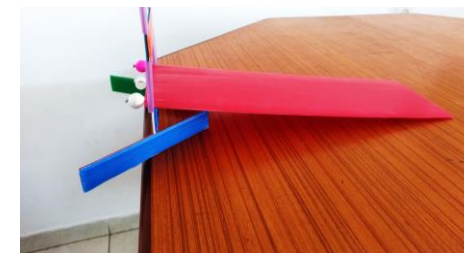




ניסוי מספר 1 - שלב א

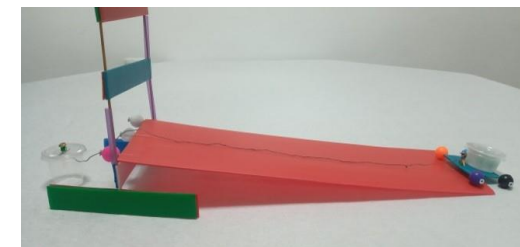
ציוד

- הדגם שהכנתם



התנסות

- **העמידו** את הסולם סמוך מאוד לשפת השולחן.
- **הציבו** את המסלול על גבי השלב התחתון של הסולם.
- **הניחו** את המשא בתחתית המישור
- **העבירו** את החוט דרך הגלגלת והניחו את סל המשקולות הריק מעברו השני של הסולם.
- האם אתם **מצליחים** להעלות את המכונית בקלות ובמהירות במעלה המישור – "הכבש"?
אם לא – **הוסיפו** גולה לתוך הכוסית במשא, כדי להכביד אותו.





ניסוי מספר 1 - שלב ב

ציוד

- הדגם שהכנתם

התנסות

- **הוסיפו** בהדרגה - גולה אחרי גולה - לסל המשקולות.
 - בכל שלב **בידקו** האם אתם מצליחים להעלות את המשא במעלה הכבש.
 - **עיצרו** בשלב בו המשא מטפס.
 - להמחשה **צפו** בסרטון
 - **רישמו** בבקשה את המסקנה:
- כדי להעלות את המשא במעלה המסלול המוצב על השלב התחתון של הסולם יש להפעיל כוח המופק מ_____ גולות.





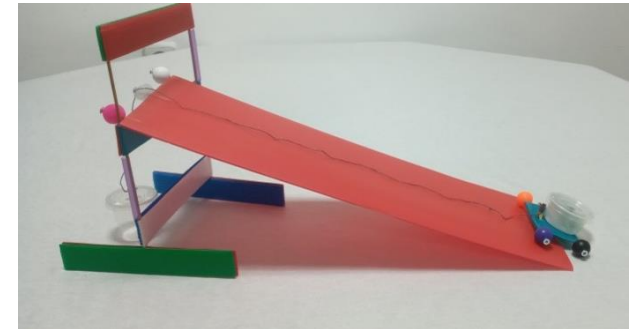
ניסוי מספר 1 - שלב ג

ציוד

- הדגם שהכנתם

התנסות

- **הציבו** את המסלול על גבי השלב האמצעי של הסולם.
- **הניחו** את המשא בתחתית המישור.
- **העבירו** את החוט דרך הגלגלת והניחו את סל המשקולות ובו גולה אחת מעברו השני של הסולם.
-
- **האם אתם מצליחים להעלות את המשא במעלה המסלול?**





ניסוי מספר 1 - שלב ד

ציוד

- הדגם שהכנתם

התנסות

- **הוסיפו** בהדרגה - גולה אחרי גולה - לסל המשקולות.
- בכל שלב **בידקו** האם אתם מצליחים להעלות את המשא במעלה הכבש [המסלול].
- **עיצרו** בשלב בו המשא מטפס.
- **רישמו** את המסקנה:

כדי להעלות את המכונת במעלה המישור המוצב על השלב האמצעי של הסולם

יש להפעיל כוח המופק מ_____ גולות.



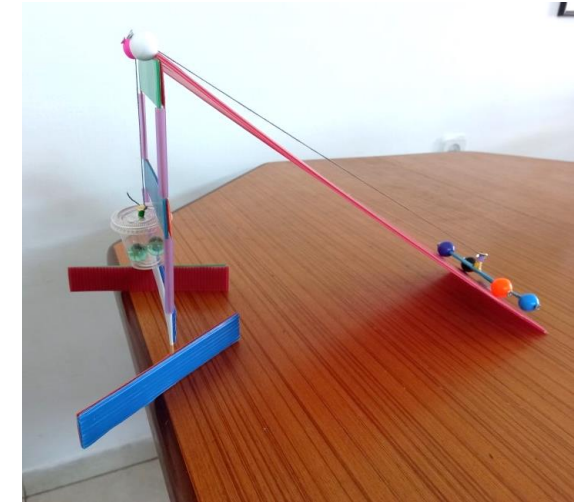
ניסוי מספר 1 - שלב ה

ציוד

- הדגם שהכנתם

התנסות

- **הציבו** את המסלול על גבי השלב העליון של הסולם.
- **הניחו** את המשא בתחתית המישור.
- **העבירו** את החוט דרך הגלגלת והניחו את סל המשקולות ובו 2 גולות מעברו השני של הסולם.
-
- **האם אתם מצליחים להעלות את המשא במעלה המסלול?**





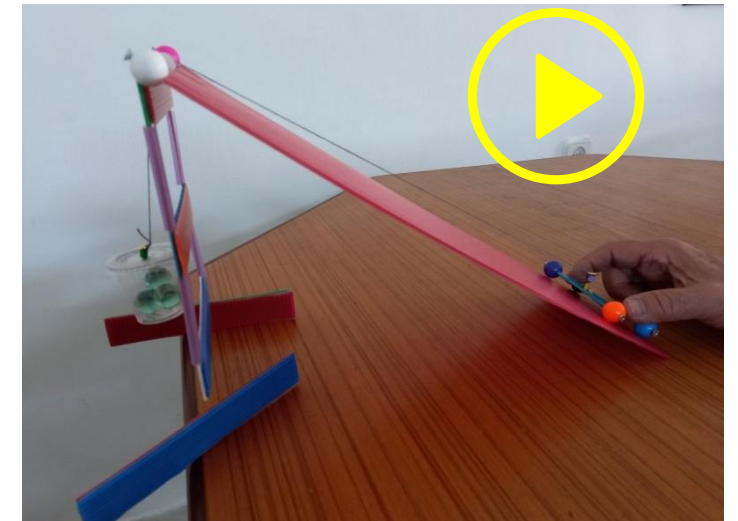
ניסוי מספר 1 - שלבו

ציוד

- הדגם שהכנתם

התנסות

- **הוסיפו** בהדרגה - גולה אחרי גולה - לסל המשקולות.
 - בכל שלב **בידקו** האם אתם מצליחים להעלות את המשא במעלה הכבש.
 - **עיצרו** בשלב בו המשא מטפס.
 - להמחשה **צפו** בסרטון
 - **רישמו** בבקשה את המסקנה:
- כדי להעלות את המשא במעלה המסלול המוצב על השלב העליון של הסולם יש להפעיל כוח המופק מ_____ גולות.





מסקנה

ככל שהשיפוע של הכבש תלול יותר

כך יש צורך להפעיל יותר כוח כדי להעלות את המשא במעלה הכבש

ולחיפך:

ככל שהשיפוע של הכבש מתון יותר

כך יש צורך להפעיל פחות כוח כדי להעלות את המשא במעלה הכבש

האם עכשיו ברור הנימוק של רש"י

לגבי ההבדל בשיפועים של הכבש הגדול והכבשים הקטנים?

נעבור למתמטיקה ונבין מדוע נדרש פחות כוח כאשר השיפוע מתון.

פירוק וקטורים

מכאן ואילך העיסוק הוא במתמטיקה ברמה גבוהה - כיתות י' ומעלה.

מרתק, מאתגר אבל - לא פשוט...

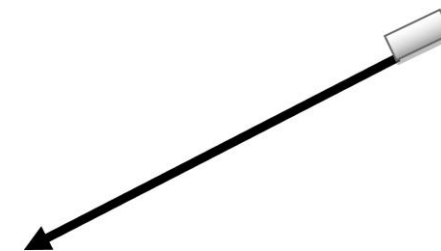
אפשר לדלג...



מקבילית הכוחות - מבוא

כדי שנוכל להבין את התופעה, עלינו להקדים וללמוד על "**מקבילית הכוחות**".
מקבילית הכוחות היא דרך לבטא מצב, שבו שני כוחות שונים פועלים על אותו גוף.
המדענים משרטטים את הכוח שפועל על גוף בחץ. בשרטוט החץ חשוב להקפיד על גודלו,
ועל כיוונו.

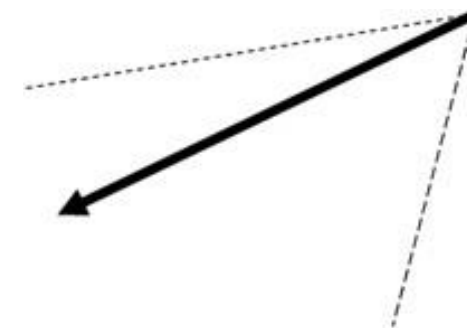
נשרטט מלבן קטן שמייצג את המשא שמונח על המסלול.
מתחתית המלבן נשרטט חץ שפונה כלפי מטה.
החץ ששרטטנו, צריך להיות בעל "זנב" ו"ראש", כמו כל חץ.
המדענים קוראים לחץ הזה בשם "**וקטור**".





פירוק הווקטור לרכיבים – שלב א

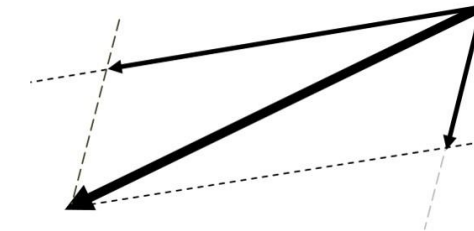
כללי הגיאומטריה מאפשרים "לפרק" את הווקטור ששרטטנו לשני חיצים, שהזנבות שלהם יוצאים מהזנב של הווקטור ששרטטנו. שני החיצים פונים כל אחד לכיוון אחר, כאשר הווקטור "כלוא" ביניהם. כללי הגיאומטריה מאפשרים לנו לשרטט אותם בכל זווית שנבחר. נשרטט את אותם הקווים. המדענים קוראים לאותם שני קווים: **"שני הרכיבים של הווקטור המקורי"**.





פירוק הווקטור לרכיבים – שלב ב

היכן נשרטט את ראשי החץ של שני הרכיבים?
 לשם כך אנחנו צריכים לשרטט שני קווי עזר, שיוצאים מראש החץ של הווקטור המקורי אל
 קווי העזר, באופן הבא:
 קו אחד משורטט במקביל לרכיב הימני,
 וממשיך עד שהוא פוגש את הרכיב השמאלי.
 הקו השני משורטט במקביל לרכיב השמאלי,
 וממשיך עד שהוא פוגש את הרכיב הימני.
בנקודות המפגש נשרטט את ראשי החץ של "רכיבי הווקטור המקורי".





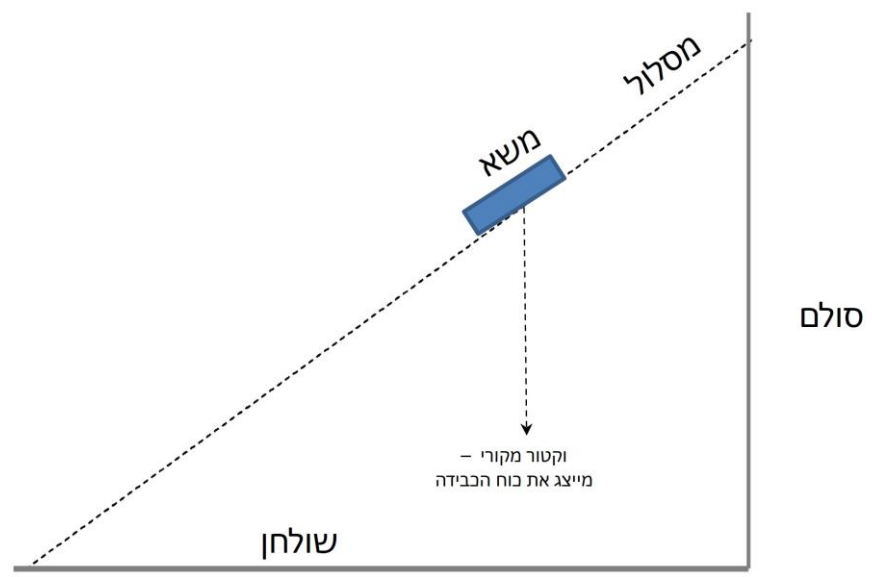
מקבילית הכוחות – הקדמה

עכשיו נשרטט את המקבילית המתאימה ל"סיפור" שלנו, למישור המשופע.
כדי להקל על השרטוט ועל קריאת השרטוט – נתייחס רק לשני המצבים הקיצוניים –
השלב העליון והשלב התחתון של הסולם.
נתעלם מן השלב האמצעי



מקבילית הכוחות – שלב א

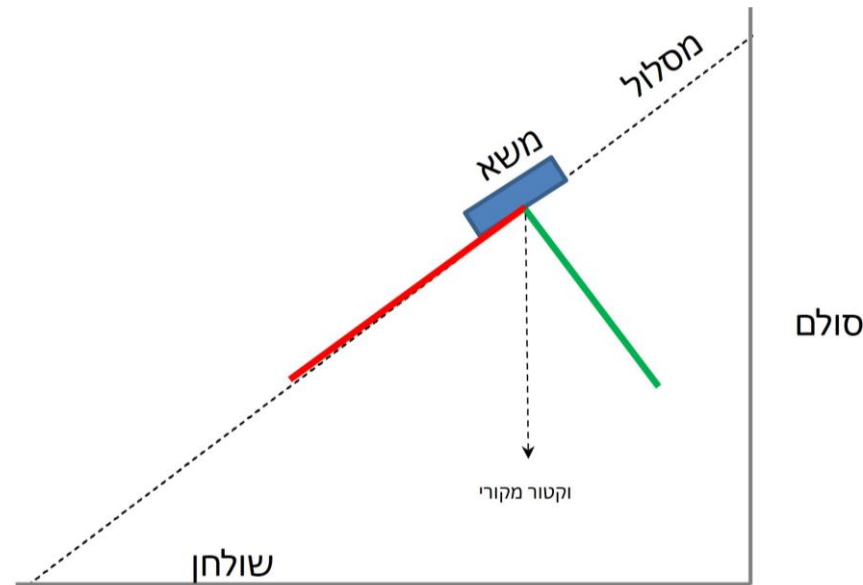
הכוח שפועל על המכונית הוא כוח הכבידה, ש"מצביע" לכיוון השולחן.
בשרטוט: קו מקווקוו שחור עם כותרת: "הווקטור המקורי".





מקבילית הכוחות – שלב ב

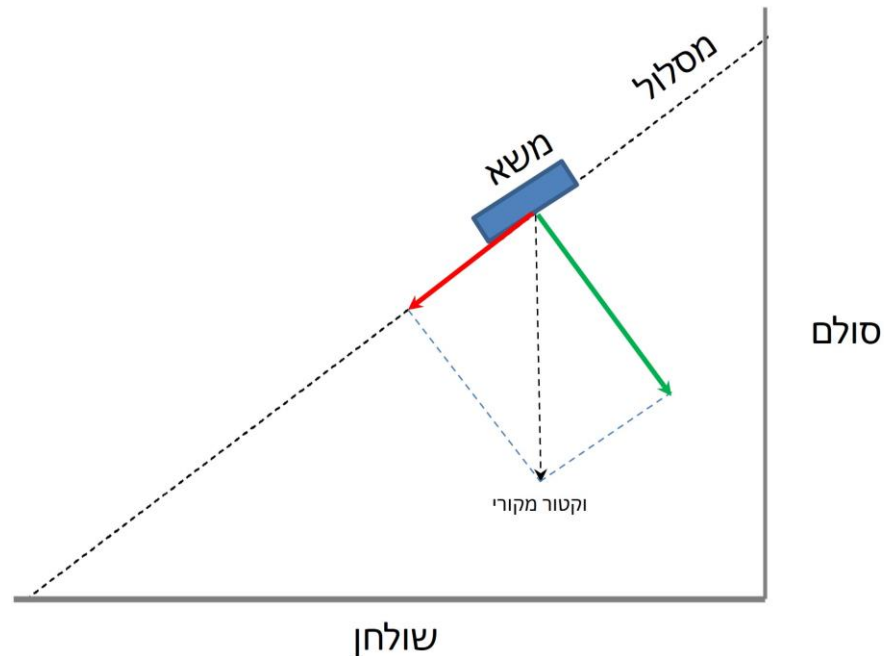
כללי הגיאומטריה מאפשרים לנו "להחליף" את הוקטור המקורי בשני רכיבים, שיוצאים מהמסלול, ממרכז המשא – האחד אנכי מאונך למסלול [ירוק], והשני אופקי מקביל למסלול [אדום]





מקבילית הכוחות – שלב ג

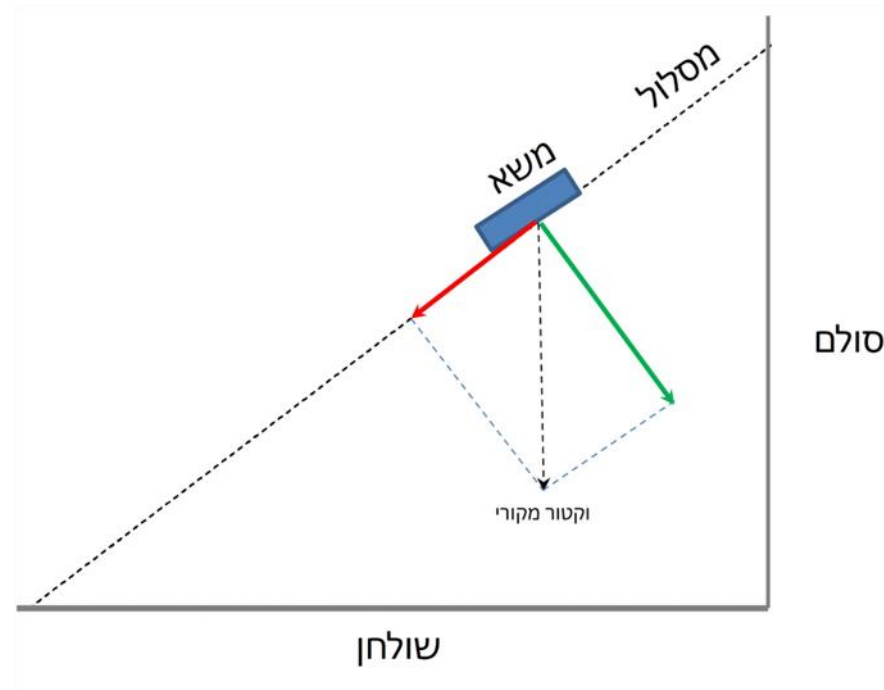
מראש החץ של הווקטור המקורי מותחים שני "קווי עזר" מקבילים (בשרטוט – מקווקווים בצבע תכלת).
האחד מקביל לקו האדום [וחותך את הקו הירוק], והשני מקביל לקו הירוק [וחותך את הקו האדום].





מקבילית הכוחות – שלב ד

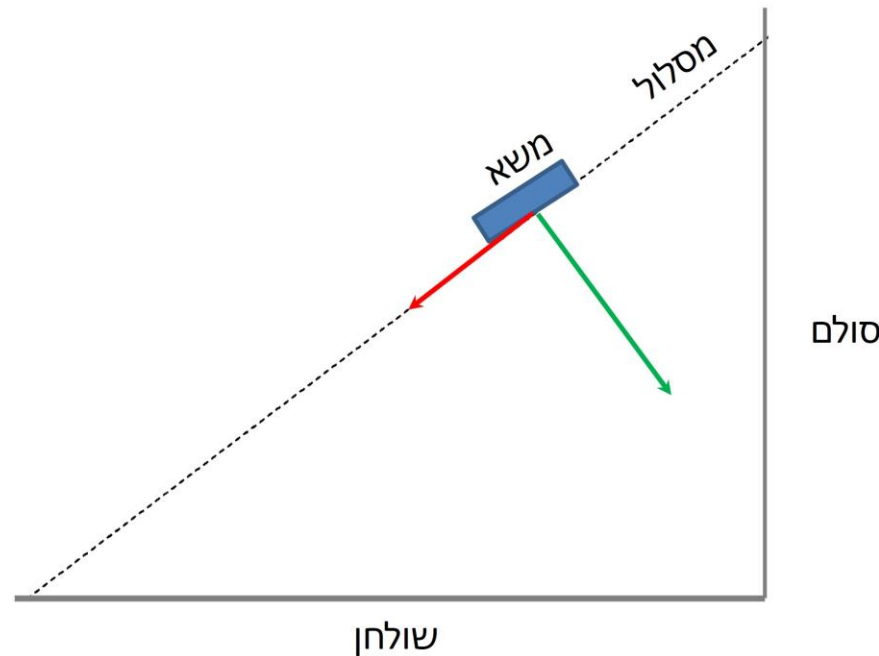
שתי נקודות החיתוך שקיבלנו, הן הנקודות שבהן מסתיימים שני הוקטורים, **האדום והירוק**. באותן נקודות נסמן ראשי חיצים, ונמחק את שאריות הקווים המקווקים שמעבר לנקודות החיתוך.





מקבילית הכוחות – שלב ה

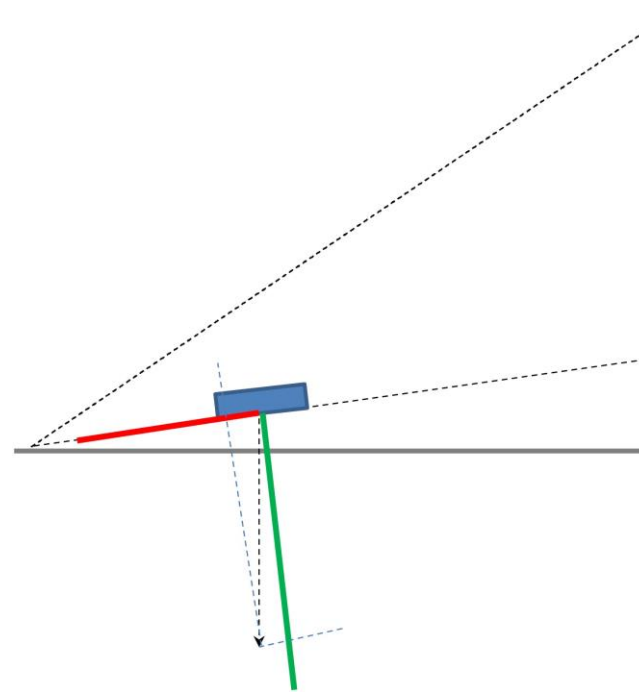
נמחק את **קווי העזר**. קיבלנו שני וקטורים – **אדום וירוק**.
שניהם מוגדרים כ"רכיבים של הוקטור המקורי",
ולכן – אנחנו יכולים למחוק גם את הוקטור המקורי עצמו.





מקבילית הכוחות – שלבו

בדיוק באותו אופן טיפלנו בשרטוט שמתאר את הכוחות הפועלים על המשא, כאשר הוא נע על המסלול בשיפוע מתון יותר. ולכן לא נחזור על ההסברים.





מקבילית הכוחות – שלב ז

בשרטוט איחדנו את התוצאות בשני המצבים: שיפוע מתון ושיפוע תלול.

נתמקד רק בווקטורים האופקיים [החיצים האדומים]

וקטורים אלו מתארים את הכוח, שעלינו להפעיל כדי להתגבר על ה"רכיבים האדומים" ולהעלות את המשא במעלה המישור המשופע.

אנחנו רואים בעליל,

שהווקטור שפועל על המשא כשיפוע המישור מתון,

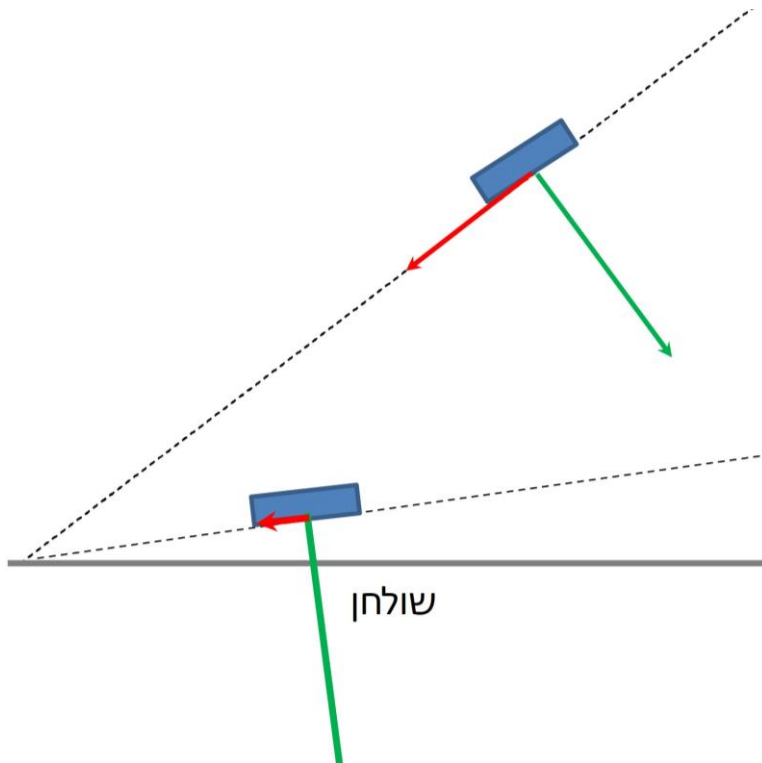
קטן באופן משמעותי מהווקטור שפועל על המשא כשיפוע המישור תלול.

הווה אומר:

ככל שהשיפוע מתון יותר, צריך פחות כוח כדי להעלות את המשא במעלה המישור המשופע.

וככל שהשיפוע תלול יותר, צריך להגדיל את הכוח הזה.

מ.ש.ל 😊



סיכום...

- היינו "תלמידי חכמים" – התעמקנו בסוגיה של כבשי המזבח.
- היינו "מגלי עולם" – הפלגנו ליוון.
- היינו "היסטוריונים" – פגשנו מדען וממציא דגול: ארכימדס.
- היינו "מדענים", וערכנו ניסויים במישור משופע.
- היינו "טכנולוגים", בנינו מישור משופע.
- הבנו "דרך האצבעות" את הסוגיה של כבשי המזבח.
- ואז היינו **מתמטיקאים** – למדנו **פירוק וקטורים** והבנו את הסוגיה דרך המתמטיקה.

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

- קונפוזיוס -

רוצים עוד?

היכנסו לחנות שלנו!



נהניתם?

נשמח שתמלאו משוב קצר!

4 שאלות ושלתם...

< בטח שנמלא משוב! >



© כל הזכויות שמורות לחברת טכנוקט.

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או בכל אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבמצגת זו.

שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בחוברת זו אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מחברת טכנוקט.