

כנגד כל החיכוכים

שכבת גיל

חטיבת ביניים - כיתה ט'
חטיבה עליונה - כיתות י' – י"א

תקציר הפעילות

בפעילות זו ישתמשו התלמידים בהדמיה (סימולציה) מתוך האתר PHET. בעזרתה הם יישמו את החוק הראשון והשני של ניוטון. התלמידים יצפו בסרטון לפתיחת הנושא, ולאחר מכן יתמודדו בהדמיה עם כוח החיכוך והבנה כיצד הוא פועל. לפני ההדמיה ובמהלכה יענו התלמידים על שאלות, ויידרשו להסתמך על ידע קודם בנושא חוקי ניוטון. העבודה עצמאית, אך יכולה להתבצע בזוגות ומאפשרת התנסות חווייתית בנושא.

משך הפעילות

שני שיעורים. שיעור אחד מוקדש להכרת ההדמיה ומענה על השאלות; והשיעור השני מוקדש למשימת האתגר וההצגה בכיתה.

מטרות הפעילות

- ליישם את הנלמד בחוקי ניוטון.
- להכיר את מושג החיכוך ולהבין כיצד הוא פועל, ומתי.
- ללמוד באופן עצמאי באמצעות שימוש בהדמיה ממוחשבת.
- לאפשר יצירתיות במהלך עבודה בהדמיה.

מושגים מתוכנית הלימודים

חוקי ניוטון, כוחות, חיכוך ססטי, חיכוך קינטי, מקדם חיכוך, סף התנועה

מיומנויות

הבניית ידע, יישום ידע, מיומנויות חקר, פרזנטציה, יצירתיות

אופי הלמידה

יחידים או זוגות

סוג הפעילות

שימוש בהדמיה ממוחשבת

הכנות לקראת הפעילות

· לאפשר לתלמידים לצפות בסרטון לפני הפעילות. אפשר לצפות בתחילת השיעור או כהכנה לקראת השיעור בבית.

מה עושים?

צפו בסרטון הבא:

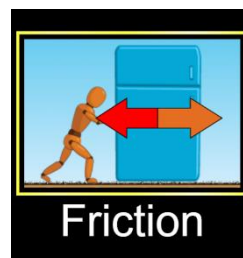
· "כוח החיכוך והמגה-קיר של נינג'ה ישראל": <https://bit.ly/3FELk1V>

בסרטון זה נחשפתם לאחד הכוחות החשובים הקיימים, כוח החיכוך. בפעילות זו ננסה להבין כיצד כוח החיכוך פועל, ומה ההבדל בין חיכוך הפועל במצב סטטי למצב קינטי. **רצוי לתת לתלמידים לצפות בסרטונים בבית.**

היכנסו להדמיה שבקישור הבא, ובצעו את ההנחיות הבאות.

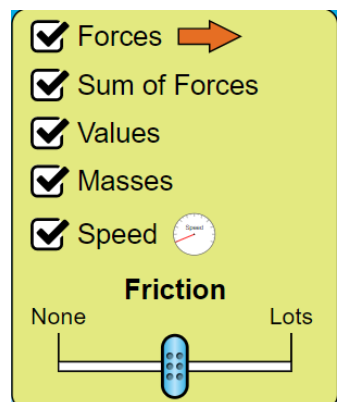
<https://bit.ly/3JK9fPh>

והמתינו עד לטעינת ההדמיה.



1. לחצו על

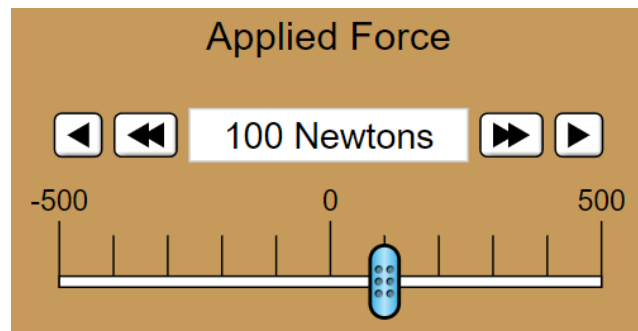
2. סמנו בחלון הירוק V בכל ריבוע (ראו באיור), כך שיוצגו וקטורי הכוחות הפועלים על הגוף, סכום הכוחות, המהירות, המסות, והערכים המספריים של הנתונים.



3. השאירו את מד החיכוך במרכז הסקאלה.

4. לפניכם ארגז שמסתו 50 ק"ג. במצב שבו אינכם מפעילים כוח על הארגז, למה שווה כוח החיכוך? **0 ניוטון**.

5. העלו בהדרגה את הכוח הפועל על הארגז מ-0 ל-100 ניוטון בעזרת החץ הקטן.



6. תארו: מה קרה לכוח החיכוך במהלך העלאת הכוח החיצוני שהאדם הפעיל על הארגז? **כוח החיכוך עלה בהתאמה לכוח שהפעלנו על הארגז.**

7. אילו כוחות פועלים במצב הנוכחי, ומהו שקול הכוחות במצב זה? **הכוחות הפועלים הם כוח החיכוך הסטטי, הכוח שעומו האדם דוחף את הארגז. שקול הכוחות שווה לאפס, מכיוון שהכוחות שווים זה לזה.**

8. איזה מחוקי ניוטון מתקיימים כאן? **החוק הראשון של ניוטון: הארגז נותר במנוחה וסכום הכוחות במצב זה שווה לאפס.**

9. כעת העלו שוב את הכוח הפועל על הארגז: עשו זאת **בהדרגה**, ושימו לב אם הארגז מתחיל לנוע. מצאו את הכוח המקסימלי שאפשר להפעיל על הגוף כך שלא יתחיל לנוע. **ב-125 ניוטון הגוף עדיין במנוחה, אך כשעוברים ל-126 ניוטון הגוף מתחיל לנוע.**

ראינו שכשהארגז במנוחה, כוח החיכוך הפועל הוא חיכוך סטטי. החיכוך הסטטי משנה את גודלו בהתאם לכוח שפועל על הארגז כדי למנוע את תנועתו. החיכוך הסטטי גדל עד לנקודה שבה הוא שווה לחיכוך הסטטי המקסימלי, ואז הופך לחיכוך קינטי.

10. כעת, כשהארגז בתנועה, החיכוך הפועל על הארגז הוא חיכוך קינטי. מה גודלו? **94 ניוטון**.

11. הגדילו את הכוח הפועל על הארגז. מה קרה לגודלו של החיכוך הקינטי? **הגודל לא השתנה, החיכוך הקינטי הוא קבוע.**

12. סמנו את התשובה הנכונה על סמך הפעילות שעשיתם:
כוח החיכוך הסטטי הוא כוח קבוע \ אינו קבוע, לעומת החיכוך הקינטי שהוא כוח קבוע \ אינו קבוע.
כוח החיכוך הסטטי תלוי \ אינו תלוי בכוח השקול הפועל על המסה, ואילו כוח החיכוך הקינטי תלוי \ אינו תלוי בכוח הפועל על אותה מסה.

13. בצעו שוב את סעיפים 7 ו-8. הפעם הוסיפו עוד ארגז מעל הארגז הנוכחי, כך שסך המסה שלכם היא 100 ק"ג. מהו הכוח המקסימלי כעת? ומהו כוח החיכוך הקינטי?
הכוח המקסימלי כעת שווה ל-250 ניוטון, וכוח החיכוך הקינטי כעת שווה ל-188 ניוטון.

כפי שראינו קודם, כוח החיכוך הסטטי הוא כוח משתנה שמתאים את גודלו לכוח הפועל על הגוף, עד לנקודה שבה הוא מגיע לכוח החיכוך הסטטי המקסימלי. לעומתו, החיכוך הקינטי הוא גודל קבוע. גם החיכוך הסטטי המקסימלי וגם החיכוך הקינטי תלויים בכוח הנורמלי הפועל על המשטח. הכוח הנורמלי תלוי במסת הגוף המונח על המשטח, לפי הנוסחאות הבאות:

$$f_{smax} = \mu_s \cdot N \text{ חיכוך סטטי מקסימלי:}$$

$$f_k = \mu_k \cdot N \text{ חיכוך קינטי:}$$

שימו לב, בחיי היום-יום מקדמי החיכוך תלויים בסוגי החומרים הנעים זה על גבי זה, אך בהדמיה זו אנו יכולים לשלוט באופן מלאכותי על מקדמי החיכוך כך שיהיו זהים לכל חפץ שנבחר.

14. כעת חשבו בעזרת הנוסחאות את מקדם החיכוך שאיתו עבדתם לאורך ההדמיה.

$$\mu_s = f_{smax} / N$$

$$\mu_s = 250 / 100$$

$$\mu_s = 2.5$$

$$\mu_k = f_k / N$$

$$\mu_k = 188 / 100$$

$$\mu_k = 1.88$$

משימת אתגר

בהדמיה ישנה אפשרות להחליף את החפצים שאנו דוחפים, אחד החפצים הוא מתנה אשר מסתה אינה ידועה, נסו לתכנן ניסוי בהדמיה בעזרתו אתם יכולים לחשב את מסת המתנה.
הציגו את הרעיון בפני הכיתה והשוו עם חבריכם!