

תלמידי כיתות י'-י"ב ממריאים להצלחה  
בלימודי פיזיקה ומתמטיקה לבגרות עם

**חנה קדמי**  
(ח/אכ"ב) לומדים בכיתה מהבית  
קורסי הכנה לבגרות און-ליין

להצטרפות- חייגו או שלחו הודעה

חנה קדמי: 052-576-0117

הסיכום נכתב על ידי אלרואי לוי

סוכם על ידי-  
אלרואי לוי

שיעור 12 מחוקי ניוטון - כוחות: כוח החיכוך הסטטי ומחזורי 2017 שאלה 2:

כוח החיכוך

חיכוך סטטי  
 $F_s$

כיוונו הוא לא מתגובה הכוח אלא אחר.

חיכוך קינטי  
 $F_k$

כיוונו הוא התנועה הכוח אחר.

כוח החיכוך קלמידה נגד כיוון מהירות הקול.

$$F_k = N \cdot \mu_k$$

מקדם חיכוך קינטי

$\mu_k \equiv$  מקדם חיכוך קינטי - ככל שהמחומרים אחיפססים יותר - כך כוח החיכוך הקינטי גדול יותר וההיפסך.

$F_s$

$F_{s_{max}}$

כוח חיכוך סטטי קלמידה - לא תמיד מתגובה.

כוח חיכוך סטטי מקסימלי.

אם נפעיל על הגוף כוח חיכוכי שגדול ממנו - הוא יפוז ויהיטיק אכוח חיכוך קינטי - על התנועה:

$$F_{s_{max}} = N \cdot \mu_s$$

איין (וסתרה) מוצאים אתו מחוק ראשון של ניוטון:

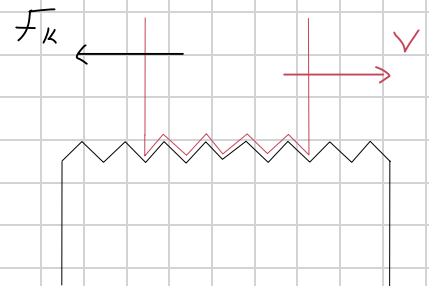
$$\sum F = 0$$

כיוונו של כוח החיכוך הסטטי הוא נגד הכיוון שהגוף היה נע אליו או לא נע אליו כוח חיכוך.

$\mu_s \equiv$  מקדם חיכוך סטטי, כוח החיכוך סטטי הוא גדול - ככל שהמחומרים אחיפססים יותר - הוא נכנס מחוק זה חפך יותר וכן יותר קשה להפסיק הינהם - כוח החיכוך גדול.

יותר קשה להתחיל להפזיז גוף מאשר לשמור על תנועתו זכנ:

$$F_{s_{max}} > F_k$$



כוח חיכוך סטטי מקסימלי קלמידה יותר גדול מכוח חיכוך קינטי:

$$N \cdot \mu_s > N \cdot \mu_k$$

היחידות של  $\mu_k$ :

$$\mu_s > \mu_k$$

$$\mu_k = \frac{F_k}{N} = \frac{N}{N} = 1$$

אין יחידות

כוח חיכוך סטטי:

הכיוון של כוח חיכוך סטטי הוא נגד הכיוון שהחץ היה נלץ אליו אילו לא היה חיכוך.  
כוח החיכוך הסטטי עוזב את תחילת התנועה.

שאלה:

למי יותר קשה: להתחיל להזיז חץ או לשמור את תנועתו?

תשובה:

להתחיל להזיז את החץ כי: כל עוד הזנבים התנועה היא רק היחס לשני, הם נחמין הסטטיקה להיכנס אחד מתוך השני ולכן קל יותר להזיז אותם. לעומת זאת שמתנוחה היא רק לשני ולכן יש להם זמן להיכנס האחד מתוך השני ולכן קשה יותר להזיז אותם.

\* למי הקשה קומה?

למורה של חנה שפדלר, חנה אמרה לה קשה ואז יותר קל זה אכזרי - לעומת אם היא הייתה מביאה מסוין של חנה מרימה נחלים על השולחן - ושורה קשה. היא כבר נכנסה אל תוך הדיבר ולכן קשה יותר להזיז אותה.

אכן, תחילת התנועה קשה יותר משימור התנועה!

מתחילת התנועה:

$$F_{s_{max}} = N \cdot \mu_s$$

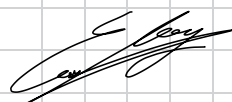
ולכן, להתחיל להזיז את החץ קשה יותר מלשמור על תנועתו:

$$F_{s_{max}} > F_k$$

$$N \cdot \mu_s > N \cdot \mu_k$$

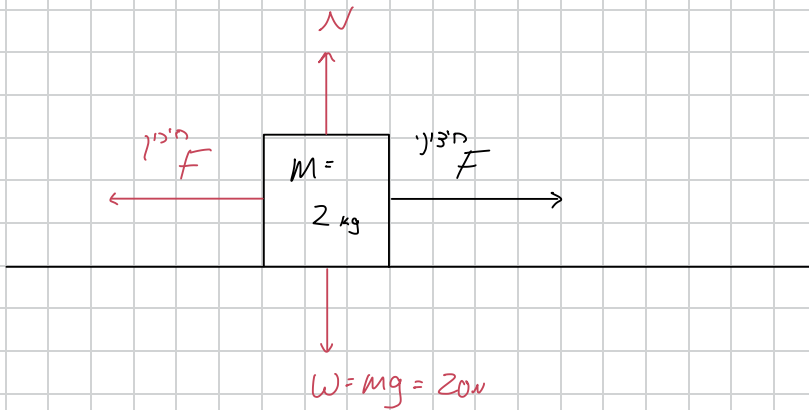
$$\mu_s > \mu_k$$

יזכור: שמקדם החיכוך הסטטי תמיד גדול יותר ממקדם החיכוך הקינטי! אלא אם כן נתון השאלה שמקדם החיכוך הסטטי והקינטי שווים.



נתון:  $\mu_s = 0.2$ ,  $\mu_k = 0.1$

- א. מהו החיכוך הדינמי שמהערכת יבוא אצור?
- ב. מה צריך להיות הכוח  $F$  כדי שהערכת תהיה על סף תנועה?
- ג. מה יהיה כוח החיכוך אם נתון כי הכוח החיצוני הוא  $F = 2$ ?
- ד. אם נפעיל כוח חיצוני של  $F = 8$ , מהי האוצרת החיכוך?



כ.

$$F_{s \max} = N \cdot \mu_s = 20 \cdot 0.2 = 4 \text{ N} = F_{s \max}$$

ז.  $4$  ניוטון, כי כאשר הכוח החיצוני ישתווה לכוח החיכוך היסטטי הדינמי שיהיה  $4$  ניוטון, הערכת תהיה על סף תנועה ותחיל לזוז!

ח. רק אם נפעיל כוח חיצוני של  $4$  שיתווה ל-  $F_{s \max}$ , נק אס, הכול יתחיל לזוז ויהיה על סף תנועה, אבל אם נפעיל כוח שהוא קטן מ-  $4$  הכול לא יזוז מכאן ולכן אם נפעיל כוח חיצוני של  $2$  כוח החיכוך היסטטי יתאים את עצמו והם יהיו  $2$ .

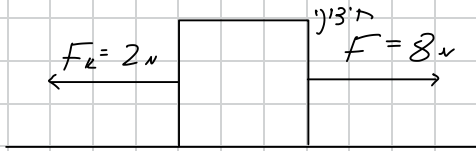
נחשב תוקדם אז כוח החיכוך היקניטי:

$$F_k = N \cdot \mu_k$$

$$F_k = 20 \cdot 0.1 = 2 \text{ נ}$$

אם נפעיל כוח חיצוני של  $8 \text{ נ} < 4 \text{ נ}$  אז החול יישלף כי הכוח שיישלף גדול מהתנגדות החיכוך.

ואכן, כוח החיכוך יהיה קניטי כי החול יישלף.

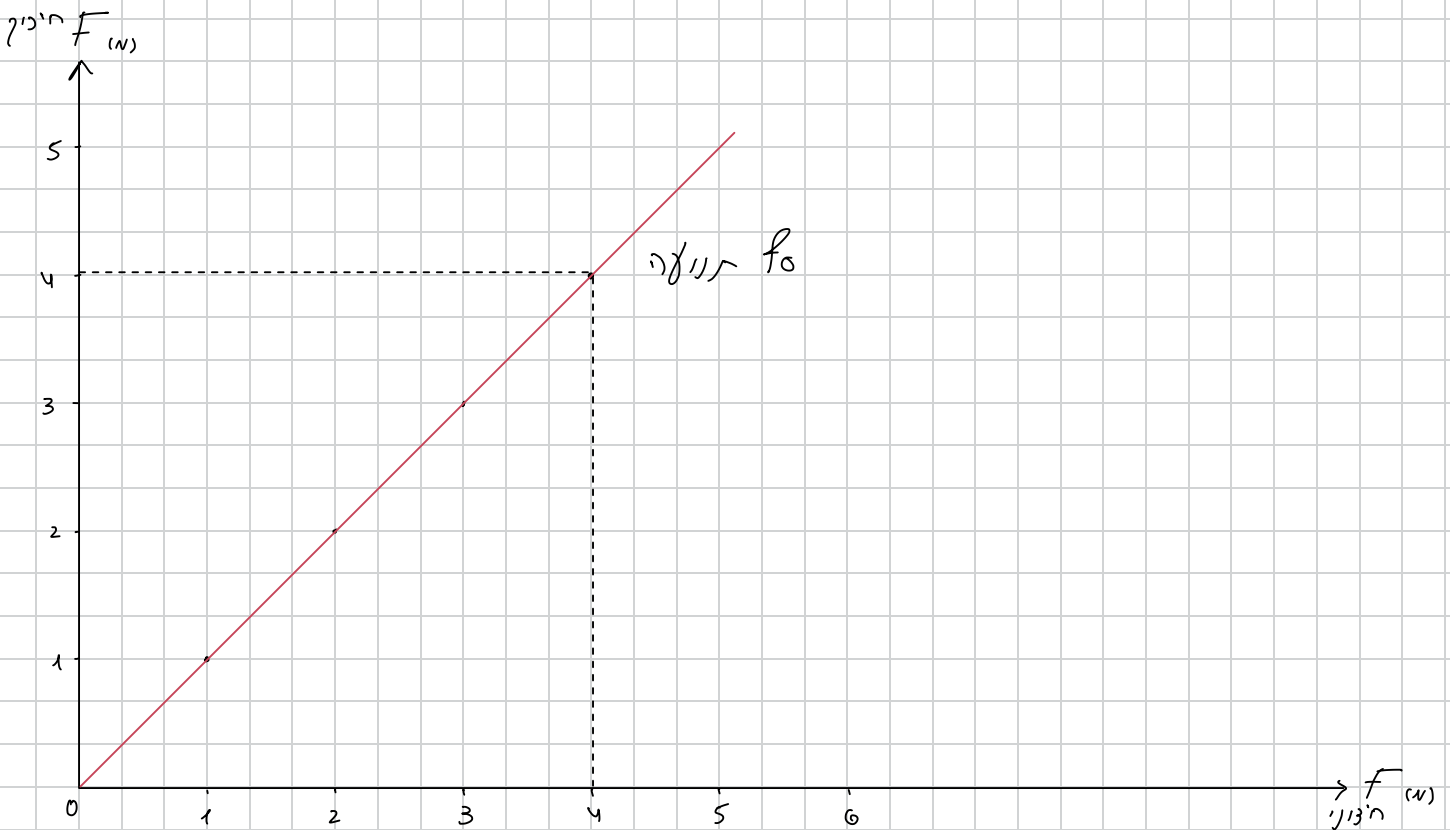


$$\Sigma F = m \cdot a$$

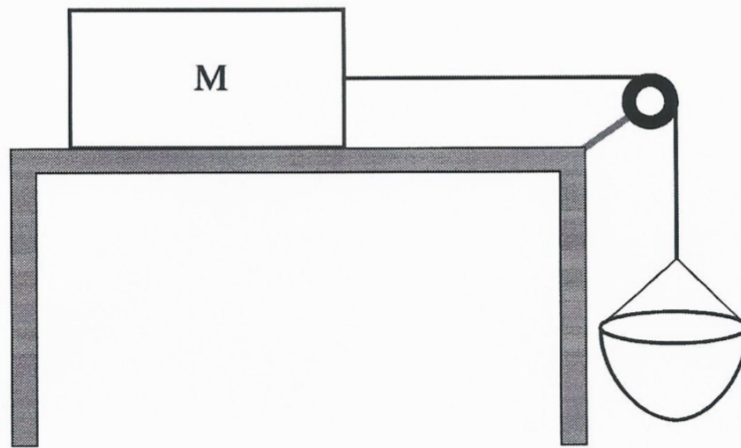
$$8 - 2 = 2 \cdot a$$

$$a = 3 \text{ מ/ס}^2 \text{ ימינה}$$

הא כוח חיכוך כסינתי של הכוח החיצוני והתנגדות החיכוך:

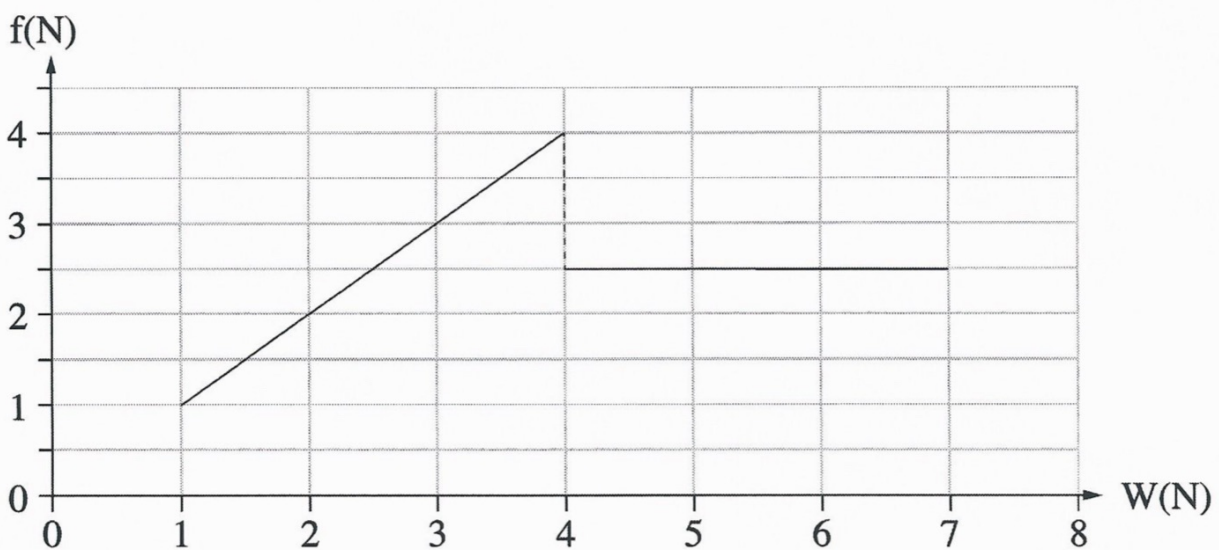


2. תלמידים חקרו את כוח החיכוך באמצעות מערכת המורכבת מתיבה שמסתה  $M$  המונחת על משטח אופקי, גלגלת וסלסלה שאפשר להכניס לתוכה חול. התיבה קשורה אל הסלסלה בחבל העובר על פני הגלגלת (ראה תרשים 1).



תרשים 1

החיכוך עם האוויר, מסת החבל ומסת הגלגלת זניחים. בתחילת הניסוי המערכת נמצאה במנוחה. התלמידים הוסיפו בהדרגה וברציפות חול לתוך הסלסלה, וברגע מסוים המערכת התחילה לנוע. בתרשים 2 מוצג גרף של גודל כוח החיכוך,  $f$ , שהפעיל המשטח האופקי על התיבה  $M$  כפונקציה של משקל הסלסלה והחול שבתוכה,  $W$ .



תרשים 2

א. בלי להסתמך על תרשים 2, הסבר מדוע העקומה של הגרף חייבת לעבור בראשית הצירים.

(3 נקודות)

נתון:  $M = 0.8 \text{ kg}$

ב. חשב את מקדמי החיכוך (הסטטי והקינטי) בין התיבה  $M$  לבין המשטח. (7 נקודות)

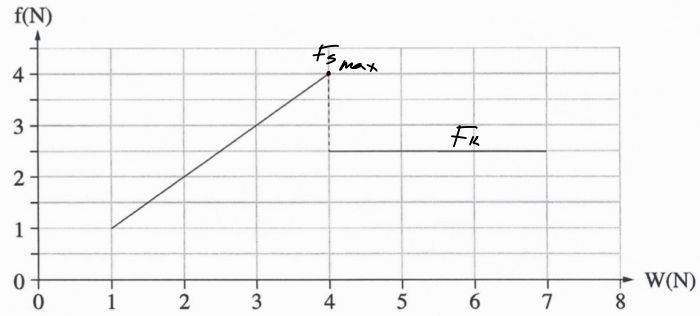
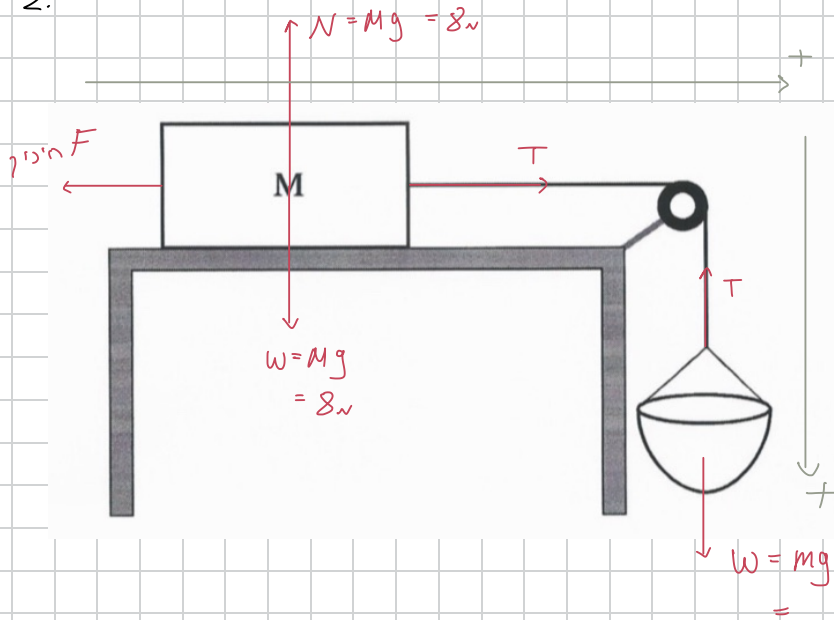
ג. חשב את הגודל של תאוצת המערכת כאשר  $W = 6 \text{ N}$ . (10 נקודות)

ד. כאשר המערכת עברה ממצב מנוחה למצב תנועה, האם המתיחות בחבל גדלה, קטנה או

לא השתנתה? הסבר את תשובתך, אין צורך לחשב. (5 נקודות)



2.



א. הגוף חיים של עמוד דרך כושר הצירוב כי כאשר אין סף  $(w=0)$  איש אין כוח המושך את המסה ולכן החיכוך של המסה עם הישולחן הוא אפס.

ב.

$$M = 0.8 \text{ kg}, \quad \mu_s = ?, \quad \mu_k = ?$$

$$F_{s \max} = 4 = N \cdot \mu_s$$

$$F_k = 2.5 = N \cdot \mu_k$$

$$4 = 8 \cdot \mu_s \Rightarrow \mu_s = \frac{1}{2}$$

$$2.5 = 8 \cdot \mu_k \Rightarrow \mu_k = 0.3125$$

ג.

$$W = 6\text{N}, \quad a = ?$$

$$mg = W$$

$$m \cdot 10 = 6$$

$$m = 0.6 \text{ kg}$$

$$\sum F = ma$$

$$-F_k + T - T + W = (0.6 + 0.8) \cdot a$$

$$-2.5 + 6 = 1.4 \cdot a$$

$$3.5 = 1.4 \cdot a$$

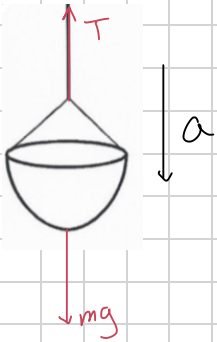
$$a = 2.5 \text{ m/s}^2$$



2. בסל התנועה - כאשר הולכתם לרכבת המetro או לא משנה? האם ת, האם ת?

תאוצה של כלי נוסה:

תנועה:



$$\vec{\Sigma F} = m\vec{a}$$

כיוון הנוה השקול כיוון  
התאוצה ולכן:  $mg > T$

$$\Sigma F = 0$$

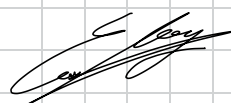
$$T = mg$$

$$\Sigma F = ma$$

$$mg - T = ma$$

$$T = mg - ma$$

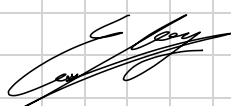
לכן התאוצה חשובה!



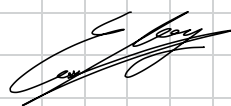
סוכם על ידי-  
אלרואי לוי



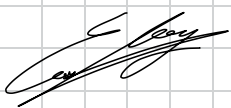
סוכם על ידי-  
אלרואי לוי



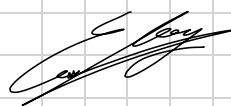
סוכם על ידי-  
אלרואי לוי



סוכם על ידי-  
אלרואי לוי

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'E. Benay', located in the bottom left corner of the page.

סוכם על ידי-  
אלרואי לוי

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'E. Hany'.

סוכם על ידי-  
אלרואי לוי



# תלמידי כיתות י'-י"ב ממריאים להצלחה בלימודי פיזיקה ומתמטיקה לבגרות עם

## חנה קדמי לומדים בכיתה מהבית (5/5)

### קורסי הכנה לבגרות און-ליין



האמת סיימתי את כיתה ט עם ציון של 56 🤔🤔  
וכשהגעתי לשיעורים שלך רק השתפרתי  
וסיימתי את הבגרות במכניקה בציון 95  
תודה על הכל ❤️❤️❤️ על האכפתיות וההשקעה  
אנשים חשבו שאני משוגעת  
שהלכתי ל5 יחל פיזיקה 🤔🤔🤔

22:50

את/ה

📌 הודעה קולית (0:17)

תודה על הכללללללללל ממש  
מחזק 🤔🤔🤔

22:51

👏👏👏👏👏👏 וואו

את אלופה שאין דברים כמוך!!!  
את תצליחי בענק בחיים!  
את תראי את זה.  
יש לך את כך התכונות להצליח.  
אל תשכחי לשלוח לי הודעה על כך!

שמחה בשבילך המון ואוהבת ❤️❤️

✓✓ 22:52



22:52

חנה תודה ענקית באמת. מה שניסיתי להבין  
חודש במכללה הצלחתי להבין איתך אחרי 3  
שיעורים. התגעגתי לשיעורים איתך הלוואי  
שלמרצה שלי הייתה את התשוקה למקצוע כמו  
שיש לך. החזרת לי את כל האהבה לפיזיקה.  
חברה שלי עפה עליך ברמות.  
תודה תודה ואנחנו עוד נדבר ❤️

12:34

בכיף יקירה ❤️❤️  
מה שתצטרכי אני כאן בשבילך.  
געגועים 🍫🍬🍭🍮🍯

✓✓ 19:30

את מאשרת לי לפרסם את ההודעה הזאת בעולם  
שם?

✓✓ 19:31

תרגישי חופשי להגיד לי שלא

ברור תפרסמי 19:40

איזה כיף 😊😊 תודה ❤️ 19:41

✓✓ 19:41

שבת שלום ובאמת תודה ענקיתת ❤️❤️❤️ 19:41

19:41

שבת שלום ❤️ רק שתצליחי ❤️❤️ 19:41

✓✓ 19:41

סוכם על ידי-  
אלרואי לוי