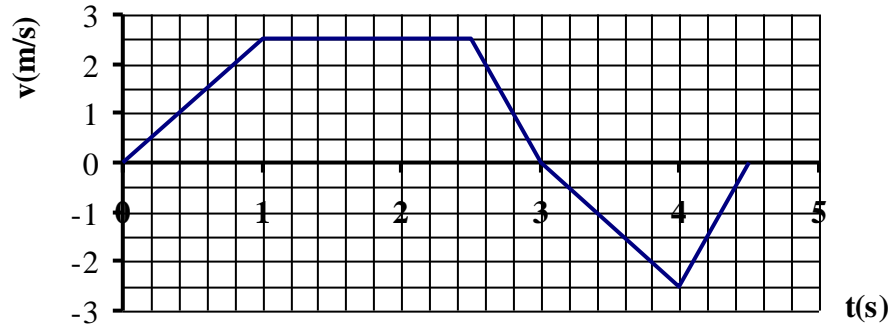


מבחן כיתה י"א

1. הגרף שלפניך מתאר את מהירותה של מעלית כפונקציה של הזמן כשהכיוון החיובי למעלה. המעלית התחילה את תנועתה בקומת הקרקע.

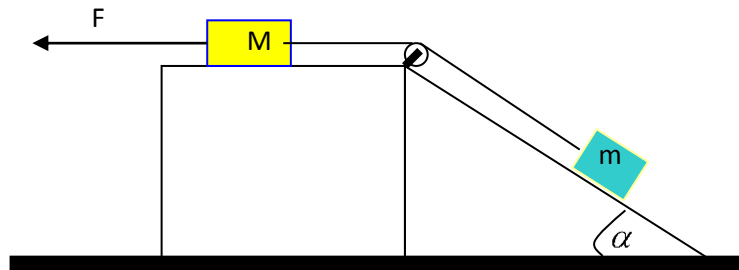


- א. שרטט גרף של תאוצת המעלית כתלות בזמן.
 ב. מתי השיגה המעלית את הגובה המכסימלי? ומה הגובה המכסימלי?
 ג. מהו ההעתק הכולל שעברה המעלית בפרק הזמן המתואר בגרף?
 ד. מהי המהירות הממוצעת של המעלית במשך 4.5 שניות מתחילת תנועתה?
 ה. מהי הדרך הכוללת שעברה המעלית בפרק הזמן המתואר בגרף?
 נער עומד על גבי משקל (מאזני קפיץ) בתוך המעלית ובפרק הזמן $0 < t < 1s$ קריאת מאזני (מעלית מאיצה) קפיץ היא 750N (מכוייל בניוטונים).
 ו. מצא את מסת הנער.
 ז. מה תהיה קריאת המשקל בפרקי הזמן השונים?
 1. 0-1 שניות
 2. 1-2.5 שניות
 3. 2.5-3 שניות
 4. 3-4 שניות
 5. 4-4.5 שניות

ניקוד:

סה"כ	ז	ו	ה	ד	ג	ב	א
33.3	5.3	5	4	4	4	4	7

2. על מתקן המתואר למטה תלמיד מבצע ניסוי. הוא מפעיל כוחות שונים על הקרונית M ומודד את תאוצת המערכת. נתון: $m = 3 [kg]$ המערכת מאיזה שמאלה. אין חיכוך בין המסות לבין המשטחים.



- א. 1) שרטט תרשים כוחות הפועלים על כל מסה.
 2) רשום משוואת הכוחות על כל מסה
 3) הבע את תאוצת הקרונית כפונקציה של כוח שתלמיד מפעיל עליה ומסות של שני הגופים.
 במהלך הניסוי התקבלו תוצאות הבאות:

F(N)	40	50	60	70	80
a(m/sec ²)	2.5	3.4	4.5	5.6	6.4

- ב. שרטט גרף של תאוצה כפונקציה של הכוח המושך.
 ג. הסבר את המשמעות הפיזיקאלית של נקודות חיתוך של הגרף עם הצירים.
 ד. על פי הגרף שבנית וביטוי שקיבלת בסעיף א' מצא את מסת הקרונית.
 ה. על פי הגרף שבנית וביטוי שקיבלת בסעיף א' חשב את זווית השיפוע של המדרון.
 ו. לגרף שציירת בסעיף ב' הוסף גרף של תאוצת המערכת כאשר ילד מגדיל את מסת המשקולת m.

סה"כ	ו	ה	ד	ג	ב	א3	א2	א1
33.3	4	5.3	5	4	5	3	4	3

3. גוף מחיל להחליק על פני שולחן במהירות התחלתית של $10 \left[\frac{m}{s} \right]$ הגוף ומגיע לקצה

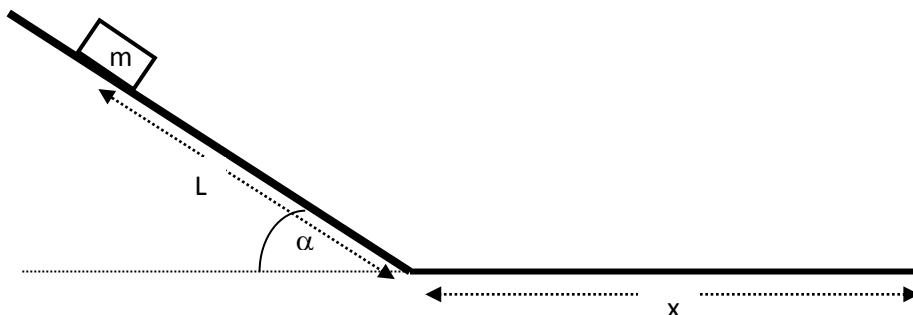
השולחן במהירות של $8 \left[\frac{m}{s} \right]$. מקדם החיכוך בין השולחן לגוף $\mu_k = 0.6$. גובה
השולחן מעל הקרקע $H = 1.8[m]$.

- א. חשב את תאוצת הגוף על פני השולחן.
- ב. חשב את אורך השולחן.
- ג. חשב את משך הזמן שלוקח לגוף להגיע מקצה השולחן עד הקרקע.
- ד. מצא את מרחק הפגיעה של הגוף מקצה השולחן.
- ה. חשב את מהירות הפגיעה של הגוף בקרקע.
- ו. מרגע עזיבתו הגוף את השולחן מתחיל לפעול על הגוף הנופל רוח אופקית הגורמת לגוף לפוגע למרגלות השולחן. מצא את הכוח שהרוח מפעילה על הגוף אם ידוע שמסת הגוף שווה ל- $m = 0.2[kg]$.

ניקוד:

א	ב	ג	ד	ה	ו	סה"כ
6	6	5	4	6	6.3	33.3

4. מישור משופע יוצר זווית בת 37° עם שולחן אופקי. גוף שמסתו $m = 2\text{kg}$ מונח על גבי המישור המשופע בנקודה הנמצאת ברוחק $L = 1.2\text{m}$ מהתחתית



(ראה תרשים). מקנים לגוף מהירות התחלתית של $2\frac{m}{s}$ במורד המישור המשופע. הגוף עובר ללא הפרעה אל השולחן האופקי וממשיך להחליק עליו עד לעצירה. מקדם החיכוך בין הגוף לשולחן ובין הגוף והמישור המשופע הוא $\mu = 0.2$.

א. עד איזה מרחק x מתחתית המישור המשופע יגיע הגוף.

ב. אם הקצה השמאלי של קפיץ בעל קבוע $K = 20\frac{N}{m}$ נמצא במרחק 2m מתחתית המישור המשופע, מה תהיה התכווצותו המקסימלית של הקפיץ.

ג. במידה ונקנה לגוף מהירות של $2\frac{m}{s}$ במעלה המישור המשופע, האם התכווצות הקפיץ תהיה גדולה יותר, קטנה יותר, או לא תשתנה. נמק.

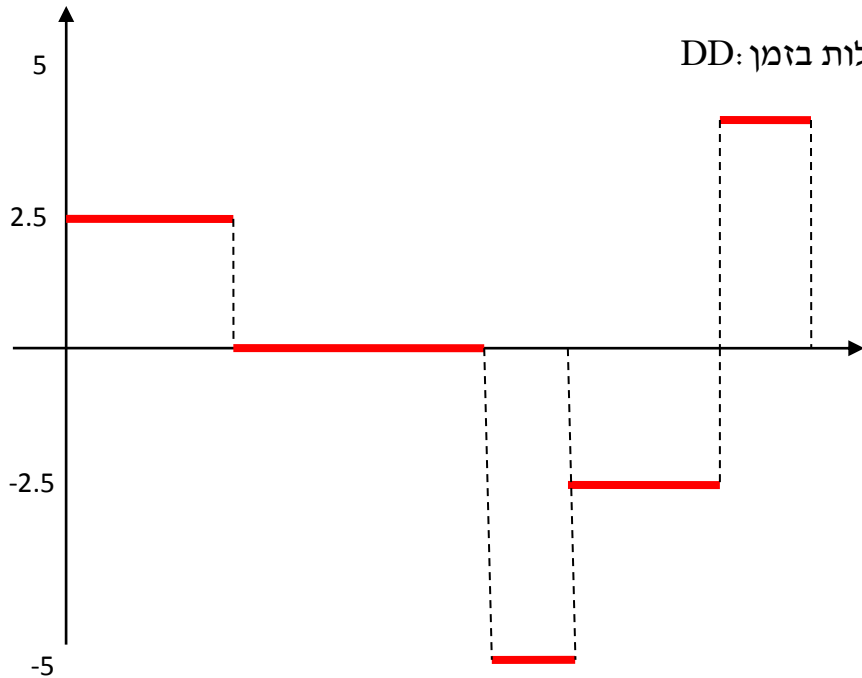
ד. מהי עבודת כוח הנורמל במהלך תנועת הגוף.

ה. האם אנרגיה מכנית נשמרת במהלך תנועת הגוף על מישור המשופע?

ניקוד:

א	ב	ג	ד	ה	סה"כ
10	10	5	5	3.3	33.3

פתרון המבחן



ב. המעלית השיגה את הגובה המכסימלי בזמן $t = 3[s]$

הגובה המכסימלי שווה לשטח הטרפז: $H = \frac{(3+1.5) \cdot 2.5}{2} = 5.625[m]$

ג. העתק הכולל של הגוף: $\Delta x = \frac{(3+1.5) \cdot 2.5}{2} - \frac{1.5 \cdot 2.5}{2} = 3.75[m]$

ד. המהירות הממוצעת: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{3.75}{4.5} = 0.8333 \left[\frac{m}{s} \right]$

ה. הדרך הכוללת שעברה המעלית: $S = \frac{(3+1.5) \cdot 2.5}{2} + \frac{1.5 \cdot 2.5}{2} = 7.5[m]$

ו. מסת הילד:

$$\sum F_y = ma \implies N - mg = ma$$

$$750 = m(g + a) = 15m \implies m = 60[kg]$$

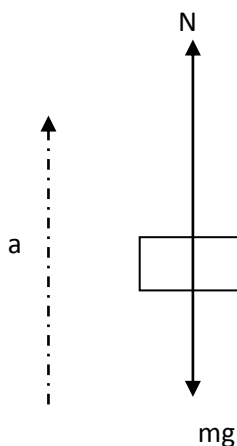
ז. בשלב השני אין תאוצה לכן הנורמל שווה למשקלו של הילד

$$N = mg = 600[N]$$

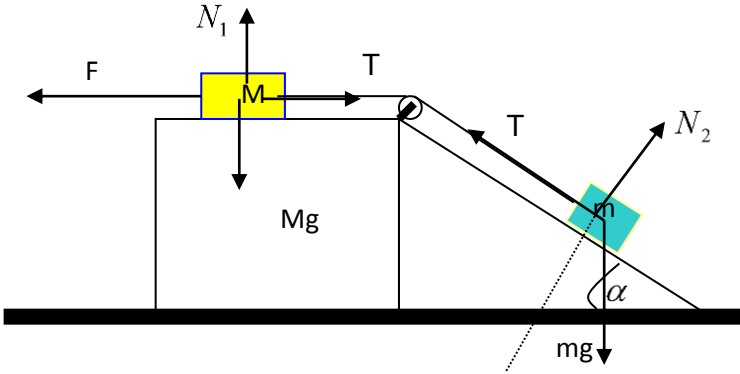
בשלב השלישי: $N = m(g + a) = 60(10 - 5) = 300[N]$

בשלב הרביעי: $N = m(g + a) = 60(10 - 2.5) = 450[N]$

בשלב החמשי: $N = m(g + a) = 60(10 + 5) = 900[N]$



2. א. 1) תרשים כוחות על כל מסה.



2) משוואת הכוחות

$$\sum F_x = Ma \implies F - T = Ma$$

$$\sum F_x = ma \implies T - mg \cdot \sin \alpha = ma$$

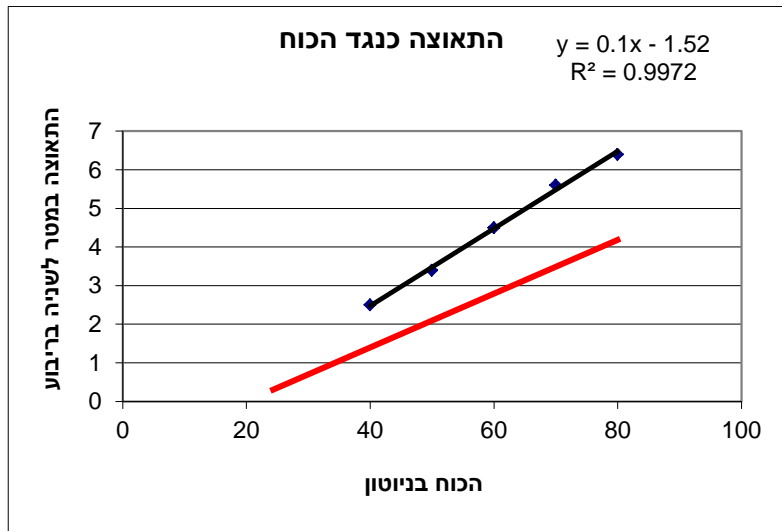
3) הקשר בין התאוצה לכוח:

נחבר את המשוואות ונקבל:

$$F = mg \cdot \sin \alpha = (m + M)a$$

$$a = \frac{1}{M + m} \cdot F - \frac{mg \cdot \sin \alpha}{m + M}$$

א. הגרף המתאר את התאוצה כתלות בכוח:



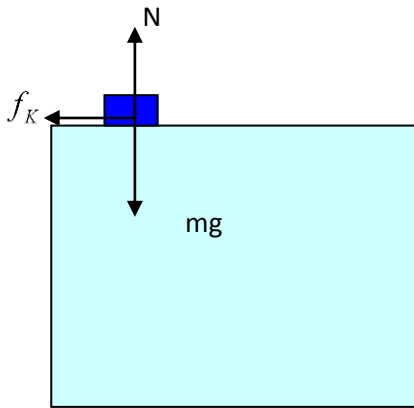
ג. כאשר התאוצה שווה ל-0 נקודת החיתוך שווה ל- $F = mg \cdot \sin \alpha$ הכוח הגורם למערכת לנוע במהירות קבועה.

כאשר הכוח מתאפס תאוצת המערכת שלילת וערכה שווה ל- $a = -\frac{mg \cdot \sin \alpha}{M + m}$

ד. שיפוע הגרף שווה ל- $M = 7[kg]$ שיופוע הגרף שווה ל- $\frac{1}{M + m} = 0.1 \implies M + m = 10 \implies M = 7[kg]$

ה. $\sin \alpha \approx 30^\circ \implies \frac{30 \cdot \sin \alpha}{7 + 3} = 1.52 \implies \sin \alpha \approx 30^\circ$ נקודת החיתוך.

ו. המסה m גדלה לכן השיפוע קטן ונקודת החיתוך עם ציר ה- a תגדל בערכה המוחלט (תהיה שלילית יותר). ראה גרף אדום



3. א. הכוחות הפועלים על הגוף : (ראה ציור)

$$\sum F_y = 0 \implies N = mg$$

$$\sum F_x = ma \implies f_k = ma$$

$$ma = \mu \cdot mg \implies a = \mu \cdot g = 0.6 \cdot 10 = 6 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

ב. נשתמש בנוסחת הקינמאטיקה

$$v_y = v_{0y} + a \cdot t = 8 + 10 \cdot (-10t) \implies t = 0.6[s]$$

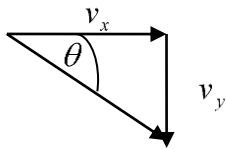
$$x = x_0 + v_0 \cdot t + 0.5 \cdot a \cdot t^2 \implies L = 10 \cdot 0.6 - \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 0.6^2 \implies L = 3[m]$$

ג. מהירותו ההתחלתית בכיוון y שווה ל-0: נציב בנוסחה, ונקבל:

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + 0.5 \cdot a \cdot t^2 \implies 1.8 = 5 \cdot t^2 \implies t = 0.6[s]$$

ד. מרחק הפגיעה בקרקע: $x = v_x \cdot t = 8 \cdot 0.6 = 4.8[m]$

ה. מהירותו של הגוף בכיוון x : $v_x = 8 \left[\frac{m}{s} \right]$



מהירותו של הגוף בכיוון y : $v_y = v_{0y} + a \cdot t = 0 + 10 \cdot 0.6 = 6 \left[\frac{m}{s^2} \right]$

המהירות השקולה גודל: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \left[\frac{m}{s} \right]$

זווית הפגיעה בקרקע: $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{6}{8} \implies \theta = 36.87^\circ$

ו. זמן ההגעה לקרקע לא משתנה.

$$x = x_0 + v_{0x} \cdot t + 0.5 \cdot a \cdot t^2 \implies 0 = 0 + 8 \cdot 0.6 + 0.5 \cdot a \cdot 0.6^2 \implies a = -26.667 \left[\frac{m}{s} \right]$$

הכוח שהרוח מפעילה על הגוף: $F = ma = 0.2 \cdot (-26.667) = -5.333[N]$

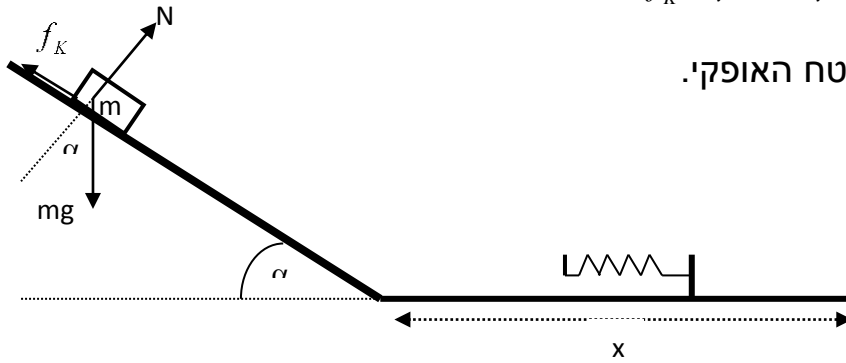
4. א. נמצא את עבודת הכוח במדרון המשופע.

$$\sum F_y = 0 \implies N = mg \cdot \cos\alpha$$

$$f_k = \mu \cdot N = \mu mg \cdot \cos\alpha \quad W_{f1} = -\mu mg \cdot \cos\alpha \cdot L$$

נמצא את עבודת החיכוך במשטח האופקי.

$$W_{f2} = -\mu mg \cdot x$$



נבצע מאזן אנרגיה בין המצב ההתחלתי למצב בו נעצר הגוף.

$$E_p + E_k = |W_{f1}| + |W_{f2}| \implies mg \cdot L \cdot \sin\alpha + \frac{1}{2}mv^2 = \mu mg \cdot \cos\alpha \cdot L + \mu mgL$$

$$20 \cdot 1.2 \cdot \sin 37^\circ + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2^2 = 0.2 \cdot 20 \cdot \cos 37^\circ \cdot 1.2 + 0.2 \cdot 20 \cdot x$$

$$x = 3.64m$$

ב. עבודת החיכוך במישור האופקי. שיעור התכווצות הקפיץ שווה ל- y

$$W_{f2} = -\mu mg \cdot (2 + y)$$

נבצע מאזן אנרגיה בין המצב ההתחלתי למצב בו נעצר הגוף ע"י הקפיץ.

$$E_p + E_k = |W_{f1}| + |W_{f2}| + E_{PK} \implies$$

$$mg \cdot L \cdot \sin \alpha + \frac{1}{2}mv^2 = \mu mg \cdot \cos \alpha \cdot L + \mu mg(y+2) + \frac{1}{2}k \cdot y^2$$

$$20 \cdot 1.2 \cdot \sin 37^\circ + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2^2 = 0.2 \cdot 20 \cdot \cos 37^\circ \cdot 1.2 + 0.2 \cdot 20 \cdot (2+y) + \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot y^2$$

$$10 \cdot y^2 + 4y - 6.56 = 0 \implies y = 0.634m$$

- א. הגוף יחזור לנקודת מוצאו כאשר מהירותו כלפי מטה תהיה קטנה יותר (הגוף אבד אנרגיה לחיכוך) לכן התכווצות הקפיץ תהיה קטנה יותר.
- ב. עבודת הנורמל שווה ל-0 הנורמל ניצב לדרך לכן המכפלה הסקלרית של הכוח בדרך שווה ל-0.