

תאוצת מכונת

דוח מעבדה

מגשים

שקד קודמן קולרן

יהונתן אדיב

רואי סינאני

איתי צימרמן

רועי אביאני

ביתה

יא 2

מורה

אירנה

שאלות הכנה לניסוי

①

② סכ'י החוק ה-2:

$$\begin{cases} \Sigma F_{x_2} = m_2 a = F_{g_2} - F_t \\ \Sigma F_{x_1} = m_1 a = F_t \end{cases}$$

$$(m_1 + m_2) a = F_{g_2} = m_2 g$$

$$a = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2}$$

3. הפרדנו את המשתנים כדי לבטל את התלות שלהם זה בזה.
4. הכוח המושך את העגלה תלוי במסת הגוף ה-2 (למעשה הוא שווה למסת הגוף ה-2 כפול קבוע הכבידה בכדור"א), וכך הוא מתבטא בנוסחה (השינוי במסה של הגוף ה-2 במונה יותר גדול מבמכנה ולכן התאוצה תגדל).
5. משתנה תלוי- התאוצה. משתנה בלתי- תלוי- המסה של הגוף ה-2 (ולכן גם הכוח המושך). המשתנה המפוקח הוא המסה של שני הגופים. השערה: ככל שנוסיף מסה לגוף ה-2, תאוצת המערכת תגדל.
6. אם מוסיפים לגוף 1 מסה, המסה משתנה אך הכוח המושך נשאר קבוע. התאוצה תפחת (כי המסה של הגוף ה-1 נמצאת במכנה).
7. משתנה תלוי- התאוצה. משתנה בלתי- תלוי- המסה של הגוף ה-2 (ולכן גם הכוח המושך). המשתנה המפוקח הוא המסה של שני הגופים. השערה: ככל שנוסיף מסה לגוף ה-2, תאוצת המערכת תגדל. (אותה שאלה כמו 5 פשוט עם ניסוח אחר)
8. העגלה תצא ממנוחה ותתחיל להאיץ בתאוצה קבועה לכיוון ימין. מהירותה תגדל עם הזמן וכן גם העתקה, עד שתגיע לעצירה במעצור.
9. העגלה תצא ממנוחה ותתחיל להאיץ בתאוצה קבועה לכיוון ימין. מהירותה תקטן בערך המוחלט עם הזמן וכן גם העתקה, עד שתגיע לעצירה ולשינוי כיוון. לאחר מכן ההליכים זהים לאלה בשאלה 8.
10. גרף המקום- זמן הוא פרבולי. בתיקון הפולינום המתאר את המיקום נקבל שמקדם ה- t^2 הוא 1, מפאת חיוביות התאוצה. לכן יתקבל מינימום, כנ"ל שיפוע המשיק חיובי.

רשימת ציוד

- מסילה חלקה באורך 120 ס"מ
- עגלה שמסתה 250 גרם
- 4 משקולות של 250 גרם כל אחת
- סלסלת משקולות
- 5 משקולות של 20 גרם כל אחת
- גלגלת למסילה
- חוט קשירה לא גמיש באורך כמטר אחד
- טלפון חכם עם אפשרות צילום וידיאו במהירות של 30 תמונות בשניה או יותר

- קליבה
- חצובה לקיבוע הטלפון החכם מעל המסילה לצילום יציב.

חלק א'

טבלאות זמן-מקום-מהירות

ארבע משקולות:

מהירות(מטר לשנייה)	מקום (מטר)	זמן (שניות)
	1.68E+00	0.00E+00
2.02E-01	1.67E+00	3.33E-02
1.16E-01	1.66E+00	6.67E-02
8.68E-02	1.66E+00	1.00E-01
8.68E-02	1.66E+00	1.33E-01
0.00E+00	1.66E+00	1.67E-01
0.00E+00	1.66E+00	2.00E-01
5.78E-02	1.66E+00	2.33E-01
2.31E-01	1.66E+00	2.67E-01
1.74E-01	1.64E+00	3.00E-01
1.45E-01	1.64E+00	3.33E-01
3.18E-01	1.63E+00	3.67E-01
1.74E-01	1.62E+00	4.00E-01
2.60E-01	1.62E+00	4.33E-01
2.60E-01	1.60E+00	4.67E-01
2.02E-01	1.60E+00	5.00E-01
3.76E-01	1.59E+00	5.33E-01
3.47E-01	1.58E+00	5.67E-01
2.31E-01	1.57E+00	6.00E-01

3.18E-01	1.56E+00	6.33E-01
4.92E-01	1.55E+00	6.67E-01
4.05E-01	1.53E+00	Z
3.47E-01	1.52E+00	7.33E-01
4.63E-01	1.51E+00	7.67E-01
4.34E-01	1.49E+00	8.00E-01
3.47E-01	1.48E+00	8.33E-01
5.50E-01	1.47E+00	8.67E-01
3.76E-01	1.44E+00	9.00E-01
3.18E-01	1.44E+00	9.33E-01
5.50E-01	1.42E+00	9.67E-01
4.92E-01	1.40E+00	1.00E+00
4.92E-01	1.39E+00	1.03E+00
6.94E-01	1.37E+00	1.07E+00
7.52E-01	1.34E+00	1.10E+00
5.78E-01	1.32E+00	1.13E+00
5.21E-01	1.30E+00	1.17E+00
5.21E-01	1.29E+00	1.20E+00
7.52E-01	1.27E+00	1.23E+00
7.52E-01	1.24E+00	1.27E+00
6.94E-01	1.22E+00	1.30E+00
7.52E-01	1.19E+00	1.33E+00
5.50E-01	1.17E+00	1.37E+00
7.52E-01	1.15E+00	1.40E+00
8.26E-01	1.12E+00	1.43E+00

6.50E-01	1.10E+00	1.47E+00
6.88E-01	1.08E+00	1.50E+00
6.88E-01	1.05E+00	1.53E+00
7.37E-01	1.03E+00	1.57E+00
8.36E-01	1.00E+00	1.60E+00
7.87E-01	9.74E-01	1.63E+00
8.85E-01	9.51E-01	1.67E+00
9.34E-01	9.15E-01	1.70E+00
8.36E-01	8.89E-01	1.73E+00
7.87E-01	8.59E-01	1.77E+00
8.20E-01	8.37E-01	1.80E+00
9.39E-01	8.05E-01	1.83E+00
9.25E-01	7.74E-01	1.87E+00
8.68E-01	7.43E-01	1.90E+00
9.83E-01	7.16E-01	1.93E+00
5.98E-01	6.78E-01	1.97E+00
6.56E-01	6.56E-01	2.03E+00
1.24E+00	6.12E-01	2.07E+00
1.04E+00	5.73E-01	2.10E+00
8.97E-01	5.43E-01	2.13E+00
1.19E+00	5.14E-01	2.17E+00
1.16E+00	4.63E-01	2.20E+00
9.54E-01	4.36E-01	2.23E+00
1.21E+00	4.00E-01	2.27E+00
1.19E+00	3.56E-01	2.30E+00

1.07E+00	3.21E-01	2.33E+00
1.13E+00	2.84E-01	2.37E+00
1.19E+00	2.46E-01	2.40E+00
1.13E+00	2.05E-01	2.43E+00
1.04E+00	1.70E-01	2.47E+00
1.01E+00	1.36E-01	2.50E+00
	1.03E-01	2.53E+00

שלוש משקולות:

זמן (שניות)	מקום (מטר)	מהירות (מטרים לשנייה)
0.00E+00	1.72E+00	
3.33E-02	1.73E+00	9.05E-02
6.67E-02	1.71E+00	2.10E-01
1.00E-01	1.71E+00	1.20E-01
1.33E-01	1.71E+00	8.98E-02
1.67E-01	1.71E+00	1.51E-01
2.00E-01	1.70E+00	3.91E-01
2.33E-01	1.68E+00	4.21E-01
2.67E-01	1.67E+00	4.81E-01
3.00E-01	1.65E+00	5.11E-01
3.33E-01	1.63E+00	4.81E-01
3.67E-01	1.62E+00	6.01E-01
4.00E-01	1.59E+00	6.01E-01
4.33E-01	1.58E+00	7.21E-01
4.67E-01	1.55E+00	8.42E-01
5.00E-01	1.52E+00	7.52E-01

7.82E-01	1.50E+00	5.33E-01
9.03E-01	1.47E+00	5.67E-01
1.02E+00	1.44E+00	6.00E-01
1.02E+00	1.40E+00	6.33E-01
1.14E+00	1.37E+00	6.67E-01
1.26E+00	1.32E+00	7.00E-01
1.32E+00	1.28E+00	7.33E-01
1.35E+00	1.24E+00	7.67E-01
1.41E+00	1.19E+00	8.00E-01
1.53E+00	1.14E+00	8.33E-01
1.47E+00	1.09E+00	8.67E-01
1.41E+00	1.04E+00	9.00E-01
1.62E+00	9.97E-01	9.33E-01
1.56E+00	9.35E-01	9.67E-01
1.71E+00	8.93E-01	1.00E+00
1.83E+00	8.21E-01	1.03E+00
1.74E+00	7.71E-01	1.07E+00
1.86E+00	7.04E-01	1.10E+00
2.01E+00	6.46E-01	1.13E+00
2.28E+00	5.70E-01	1.17E+00
2.23E+00	4.94E-01	1.20E+00
2.10E+00	4.22E-01	1.23E+00
2.26E+00	3.54E-01	1.27E+00
2.35E+00	2.71E-01	1.30E+00
2.13E+00	1.97E-01	1.33E+00

	1.29E-01	1.37E+00
--	----------	----------

שתי משקולות:

זמן (שניות)	מקום (מטר)	מהירות (מטר לשנייה)
0.00E+00	1.65E+00	
3.17E-02	1.64E+00	2.78E-01
6.33E-02	1.63E+00	2.76E-01
9.50E-02	1.63E+00	2.42E-01
1.27E-01	1.62E+00	2.76E-01
1.58E-01	1.61E+00	4.49E-01
1.90E-01	1.59E+00	7.26E-01
2.22E-01	1.56E+00	7.96E-01
2.53E-01	1.54E+00	4.61E-01
3.17E-01	1.52E+00	5.76E-01
3.48E-01	1.49E+00	9.33E-01
3.80E-01	1.46E+00	1.07E+00
4.12E-01	1.42E+00	1.11E+00
4.43E-01	1.39E+00	1.24E+00
4.75E-01	1.34E+00	1.45E+00
5.07E-01	1.30E+00	1.42E+00
5.38E-01	1.25E+00	1.45E+00
5.70E-01	1.21E+00	1.49E+00
6.02E-01	1.16E+00	1.76E+00
6.33E-01	1.09E+00	1.73E+00
6.65E-01	1.05E+00	1.69E+00

1.94E+00	9.86E-01	6.97E-01
2.14E+00	9.23E-01	7.28E-01
2.04E+00	8.51E-01	7.60E-01
2.18E+00	7.94E-01	7.92E-01
2.38E+00	7.13E-01	8.23E-01
1.66E+00	6.43E-01	8.55E-01
1.61E+00	5.55E-01	9.18E-01
2.45E+00	4.90E-01	9.50E-01
2.59E+00	4.00E-01	9.82E-01
2.56E+00	3.25E-01	1.01E+00
2.97E+00	2.38E-01	1.05E+00
	1.37E-01	1.08E+00

משקולת אחת:

זמן (שנייה)	מקום (מטר)	מהירות (מטר לשנייה)
0.00E+00	1.63E+00	
3.33E-02	1.63E+00	1.03E-01
6.67E-02	1.62E+00	1.37E-01
1.00E-01	1.62E+00	2.40E-01
1.33E-01	1.60E+00	4.80E-01
1.67E-01	1.59E+00	5.14E-01
2.00E-01	1.57E+00	7.20E-01
2.33E-01	1.54E+00	7.88E-01
2.67E-01	1.52E+00	4.34E-01
3.33E-01	1.49E+00	5.71E-01
3.67E-01	1.46E+00	1.03E+00

1.06E+00	1.43E+00	4.00E-01
1.34E+00	1.39E+00	4.33E-01
1.51E+00	1.34E+00	4.67E-01
1.47E+00	1.29E+00	5.00E-01
1.54E+00	1.24E+00	5.33E-01
1.71E+00	1.19E+00	5.67E-01
1.88E+00	1.12E+00	6.00E-01
1.92E+00	1.06E+00	6.33E-01
2.06E+00	9.96E-01	6.67E-01
1.92E+00	9.23E-01	7.00E-01
2.30E+00	8.68E-01	7.33E-01
2.43E+00	7.70E-01	7.67E-01
2.23E+00	7.06E-01	8.00E-01
2.43E+00	6.21E-01	8.33E-01
2.81E+00	5.44E-01	8.67E-01
3.12E+00	4.34E-01	9.00E-01
2.71E+00	3.36E-01	9.33E-01
2.98E+00	2.54E-01	9.67E-01
	1.37E-01	1.00E+00

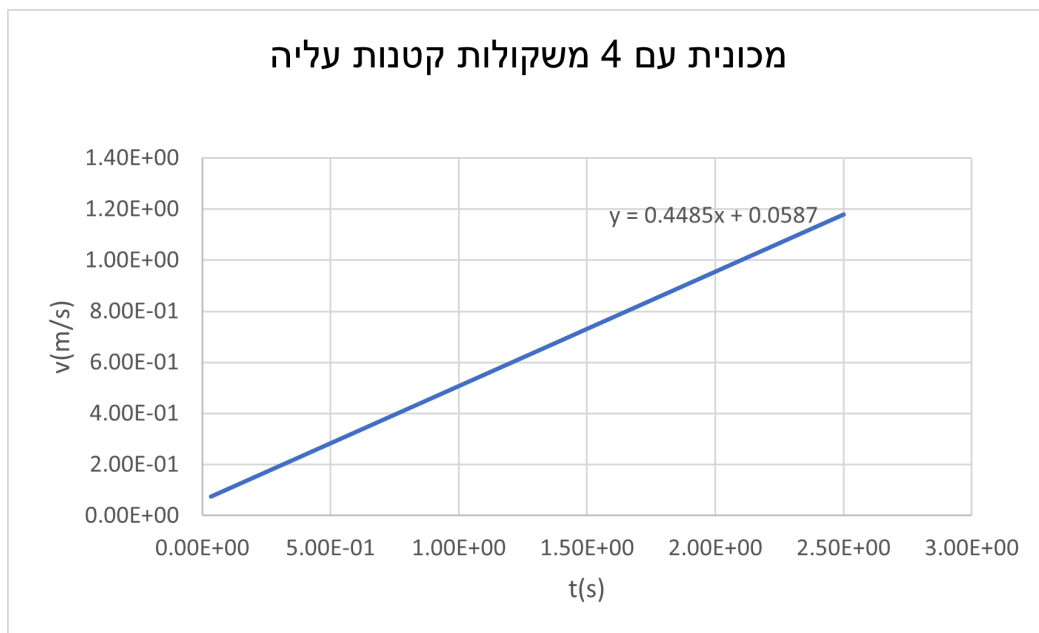
ללא משקולות:

זמן (שניה)	מקום (מטר)	מהירות (מטר לשנייה)
0.00E+00	1.61E+00	
3.33E-02	1.61E+00	1.32E-01
6.67E-02	1.60E+00	3.62E-01
1.00E-01	1.58E+00	3.94E-01

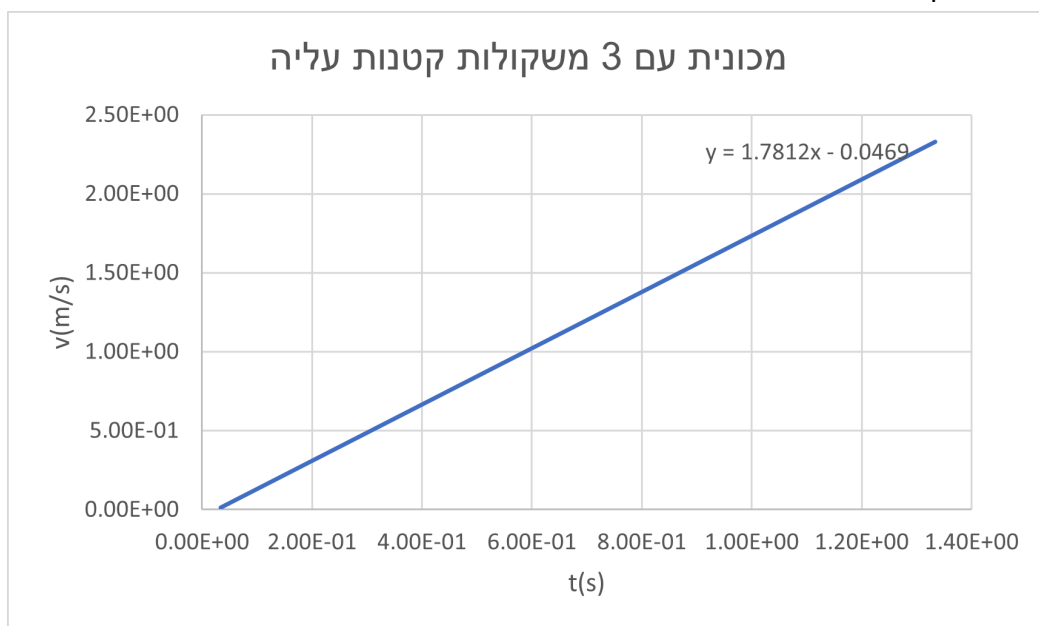
4.27E-01	1.57E+00	1.33E-01
7.24E-01	1.56E+00	1.67E-01
8.23E-01	1.53E+00	2.00E-01
7.90E-01	1.50E+00	2.33E-01
9.88E-01	1.47E+00	2.67E-01
9.87E-01	1.44E+00	3.00E-01
1.18E+00	1.41E+00	3.33E-01
1.55E+00	1.36E+00	3.67E-01
1.61E+00	1.30E+00	4.00E-01
1.74E+00	1.25E+00	4.33E-01
1.84E+00	1.19E+00	4.67E-01
2.27E+00	1.13E+00	5.00E-01
2.21E+00	1.04E+00	5.33E-01
1.94E+00	9.79E-01	5.67E-01
2.40E+00	9.07E-01	6.00E-01
2.86E+00	8.19E-01	6.33E-01
2.93E+00	7.16E-01	6.67E-01
2.83E+00	6.24E-01	7.00E-01
3.16E+00	5.27E-01	7.33E-01
3.36E+00	4.13E-01	7.67E-01
3.29E+00	3.03E-01	8.00E-01
3.32E+00	1.94E-01	8.33E-01
	8.18E-02	8.67E-01

גרפים מהירות - זמן

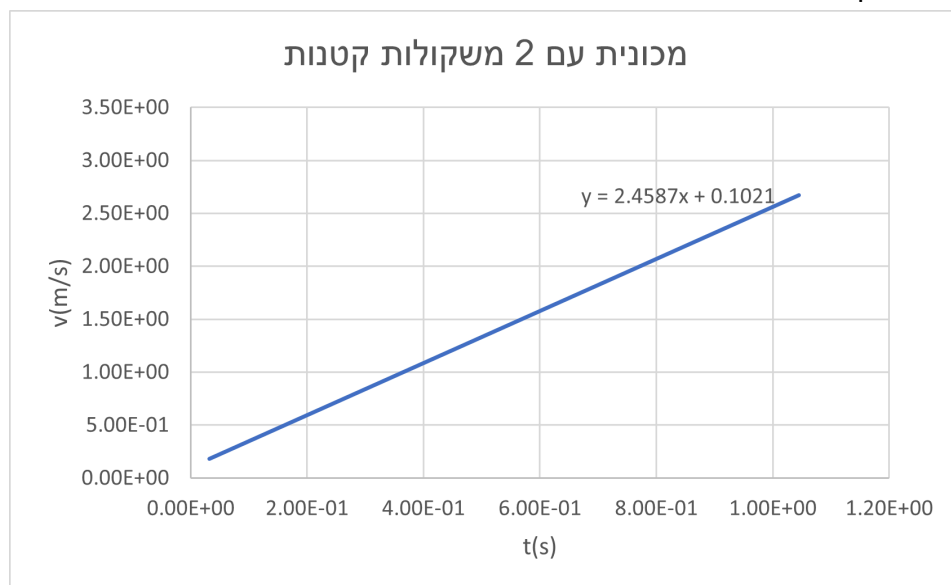
ארבע משקולות:



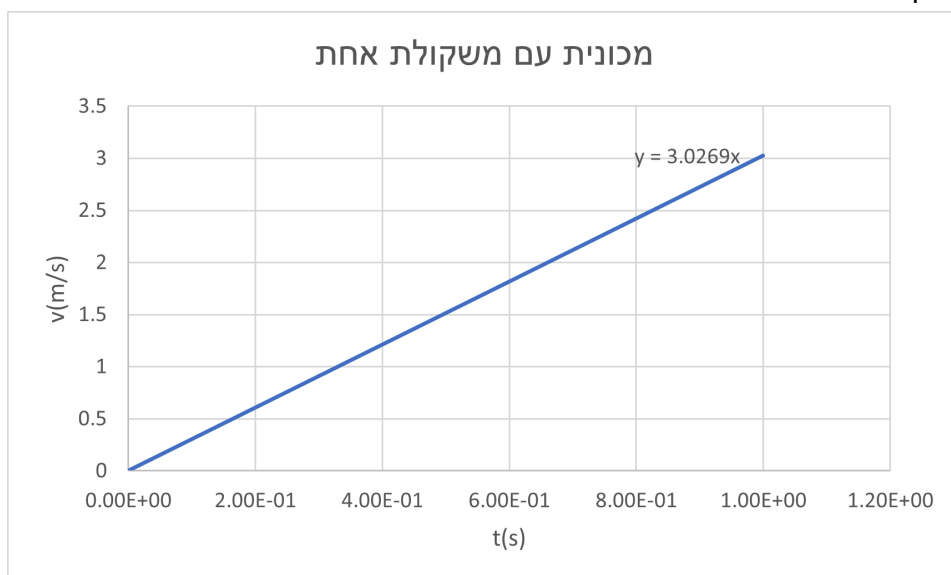
שלוש משקולות:



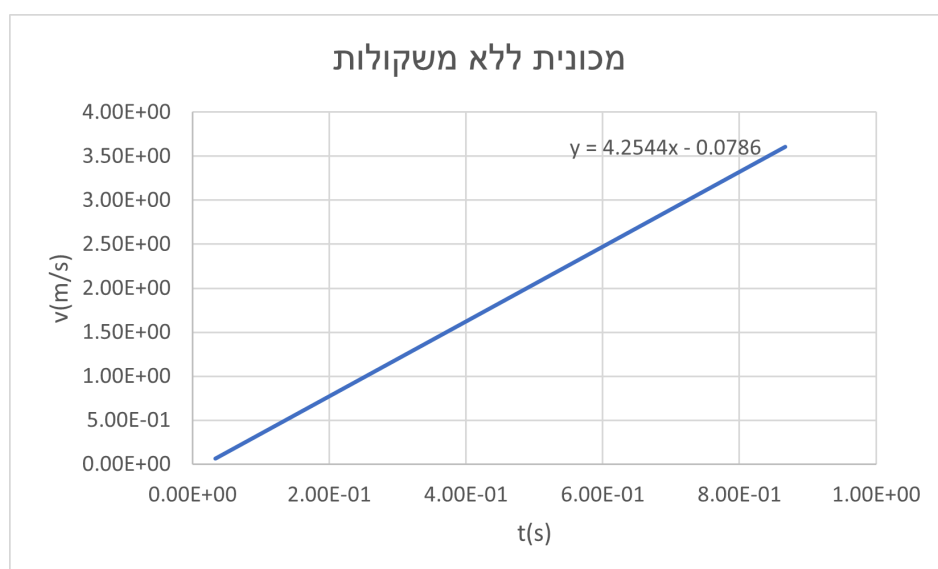
שתי משקולות:



משקולת אחת:



ללא משקולות:



חלק ב'

טבלאות זמן-מקום-מהירות

ארבע משקולות גדולות:

זמן (שניה)	מקום (מטר)	מהירות (מטר לשנייה)
0.00E+00	1.49E+00	
3.17E-02	1.48E+00	9.55E-02
6.33E-02	1.48E+00	1.59E-01
9.50E-02	1.47E+00	9.59E-02
1.27E-01	1.47E+00	1.60E-01
1.58E-01	1.46E+00	2.87E-01
1.90E-01	1.46E+00	1.91E-01
2.22E-01	1.45E+00	1.28E-01
2.53E-01	1.45E+00	1.28E-01
3.17E-01	1.44E+00	1.49E-01
3.48E-01	1.43E+00	3.51E-01
3.80E-01	1.42E+00	2.23E-01
4.12E-01	1.42E+00	1.59E-01
4.43E-01	1.41E+00	1.91E-01
4.75E-01	1.41E+00	2.55E-01
5.07E-01	1.39E+00	4.46E-01
5.38E-01	1.38E+00	4.78E-01
5.70E-01	1.36E+00	4.14E-01
6.02E-01	1.35E+00	4.46E-01
6.33E-01	1.33E+00	3.82E-01
6.65E-01	1.33E+00	3.19E-01
6.97E-01	1.31E+00	5.74E-01

4.46E-01	1.29E+00	7.28E-01
4.46E-01	1.28E+00	7.60E-01
5.74E-01	1.26E+00	7.92E-01
6.37E-01	1.25E+00	8.23E-01
7.65E-01	1.22E+00	8.55E-01
4.04E-01	1.20E+00	8.87E-01
3.40E-01	1.18E+00	9.50E-01
7.02E-01	1.17E+00	9.82E-01
7.65E-01	1.14E+00	1.01E+00
7.33E-01	1.12E+00	1.05E+00
6.69E-01	1.09E+00	1.08E+00
7.01E-01	1.08E+00	1.11E+00
7.33E-01	1.05E+00	1.14E+00
7.01E-01	1.03E+00	1.17E+00
7.33E-01	1.01E+00	1.20E+00
8.92E-01	9.83E-01	1.24E+00
9.56E-01	9.49E-01	1.27E+00
7.65E-01	9.22E-01	1.30E+00
7.33E-01	9.00E-01	1.33E+00
8.61E-01	8.76E-01	1.36E+00
8.93E-01	8.46E-01	1.39E+00
9.88E-01	8.19E-01	1.43E+00
1.12E+00	7.83E-01	1.46E+00
1.02E+00	7.49E-01	1.49E+00
6.80E-01	7.18E-01	1.52E+00

7.65E-01	6.84E-01	1.58E+00
1.12E+00	6.46E-01	1.62E+00
1.15E+00	6.13E-01	1.65E+00
1.21E+00	5.73E-01	1.68E+00
1.15E+00	5.37E-01	1.71E+00
1.21E+00	5.00E-01	1.74E+00
1.18E+00	4.60E-01	1.77E+00
1.18E+00	4.26E-01	1.81E+00
1.43E+00	3.85E-01	1.84E+00
1.40E+00	3.35E-01	1.87E+00
1.27E+00	2.97E-01	1.90E+00
1.34E+00	2.54E-01	1.93E+00
1.37E+00	2.12E-01	1.96E+00
1.34E+00	1.67E-01	2.00E+00
1.43E+00	1.27E-01	2.03E+00
1.47E+00	7.65E-02	2.06E+00
1.27E+00	3.42E-02	2.09E+00
	4.20E-03-	2.12E+00

שלוש משקולות גדולות:

זמן (שניה)	מקום (מטר)	מהירות (מטר לשנייה)
0.00E+00	1.47E+00	
3.33E-02	1.47E+00	0.00E+00
6.67E-02	1.47E+00	6.54E-02
1.00E-01	1.46E+00	0.00E+00
1.33E-01	1.47E+00	6.54E-02-

1.96E-01	1.47E+00	1.67E-01
9.75E-02	1.46E+00	2.00E-01
6.51E-02	1.46E+00	2.33E-01
1.63E-01	1.45E+00	2.67E-01
6.51E-02	1.45E+00	3.00E-01
2.29E-01	1.45E+00	3.33E-01
2.29E-01	1.44E+00	3.67E-01
1.96E-01	1.43E+00	4.00E-01
3.60E-01	1.42E+00	4.33E-01
4.25E-01	1.41E+00	4.67E-01
4.25E-01	1.39E+00	5.00E-01
4.89E-01	1.38E+00	5.33E-01
4.90E-01	1.36E+00	5.67E-01
4.58E-01	1.35E+00	6.00E-01
4.24E-01	1.33E+00	6.33E-01
5.23E-01	1.32E+00	6.67E-01
5.89E-01	1.30E+00	7.00E-01
5.23E-01	1.28E+00	7.33E-01
6.86E-01	1.26E+00	7.67E-01
3.91E-01	1.24E+00	8.00E-01
3.92E-01	1.24E+00	8.33E-01
8.51E-01	1.21E+00	8.67E-01
7.52E-01	1.18E+00	9.00E-01
6.21E-01	1.16E+00	9.33E-01
6.86E-01	1.14E+00	9.67E-01

6.86E-01	1.11E+00	1.00E+00
7.20E-01	1.09E+00	1.03E+00
7.85E-01	1.07E+00	1.07E+00
9.15E-01	1.04E+00	1.10E+00
8.17E-01	1.00E+00	1.13E+00
7.52E-01	9.85E-01	1.17E+00
9.48E-01	9.54E-01	1.20E+00
9.49E-01	9.22E-01	1.23E+00
9.14E-01	8.91E-01	1.27E+00
9.14E-01	8.61E-01	1.30E+00
7.20E-01	8.30E-01	1.33E+00
7.41E-01	7.89E-01	1.40E+00
9.16E-01	7.56E-01	1.43E+00
1.18E+00	7.28E-01	1.47E+00
1.21E+00	6.78E-01	1.50E+00
1.14E+00	6.47E-01	1.53E+00
1.24E+00	6.01E-01	1.57E+00
1.18E+00	5.64E-01	1.60E+00
1.31E+00	5.23E-01	1.63E+00
1.34E+00	4.77E-01	1.67E+00
1.44E+00	4.34E-01	1.70E+00
1.54E+00	3.81E-01	1.73E+00
1.44E+00	3.31E-01	1.77E+00
1.41E+00	2.85E-01	1.80E+00
1.44E+00	2.38E-01	1.83E+00

1.41E+00	1.90E-01	1.87E+00
1.44E+00	1.44E-01	1.90E+00
1.54E+00	9.37E-02	1.93E+00
1.50E+00	4.13E-02	1.97E+00
	6.64E-03-	2.00E+00

שתי משקולות גדולות:

זמן (שניות)	מקום (מטר)	מהירות (מטר לשנייה)
0.00E+00	1.48E+00	
3.33E-02	1.48E+00	1.64E-01
6.67E-02	1.47E+00	6.53E-02
1.00E-01	1.48E+00	9.80E-02
1.33E-01	1.47E+00	1.30E-01
1.67E-01	1.47E+00	1.63E-01
2.00E-01	1.46E+00	1.96E-01
2.33E-01	1.45E+00	2.61E-01
2.67E-01	1.44E+00	3.59E-01
3.00E-01	1.43E+00	2.94E-01
3.33E-01	1.42E+00	4.25E-01
3.67E-01	1.40E+00	3.92E-01
4.00E-01	1.39E+00	4.24E-01
4.33E-01	1.37E+00	6.20E-01
4.67E-01	1.35E+00	4.90E-01
5.00E-01	1.34E+00	4.25E-01
5.33E-01	1.32E+00	5.88E-01
5.67E-01	1.30E+00	7.51E-01

6.21E-01	1.27E+00	6.00E-01
7.84E-01	1.26E+00	6.33E-01
8.81E-01	1.22E+00	6.67E-01
5.89E-01	1.20E+00	7.00E-01
6.54E-01	1.18E+00	7.33E-01
9.14E-01	1.16E+00	7.67E-01
9.14E-01	1.12E+00	8.00E-01
6.85E-01	1.10E+00	8.33E-01
9.14E-01	1.07E+00	8.67E-01
1.21E+00	1.04E+00	9.00E-01
9.80E-01	9.94E-01	9.33E-01
9.14E-01	9.70E-01	9.67E-01
1.21E+00	9.33E-01	1.00E+00
1.14E+00	8.90E-01	1.03E+00
1.05E+00	8.57E-01	1.07E+00
1.21E+00	8.20E-01	1.10E+00
1.24E+00	7.77E-01	1.13E+00
1.14E+00	7.37E-01	1.17E+00
1.27E+00	7.00E-01	1.20E+00
1.37E+00	6.52E-01	1.23E+00
1.34E+00	6.09E-01	1.27E+00
1.50E+00	5.63E-01	1.30E+00
1.67E+00	5.09E-01	1.33E+00
1.76E+00	4.52E-01	1.37E+00
1.63E+00	3.91E-01	1.40E+00

1.53E+00	3.43E-01	1.43E+00
1.70E+00	2.89E-01	1.47E+00
1.86E+00	2.30E-01	1.50E+00
1.86E+00	1.65E-01	1.53E+00
1.80E+00	1.06E-01	1.57E+00
1.50E+00	4.51E-02	1.60E+00
	5.97E-03	1.63E+00

משקולת אחת גדולה:

זמן (שניות)	מקום (מטר)	מהירות (מטר לשנייה)
0.00E+00	1.53E+00	
3.17E-02	1.53E+00	2.37E-01
6.33E-02	1.52E+00	8.99E-02
1.27E-01	1.52E+00	6.72E-02
1.58E-01	1.51E+00	3.03E-01
1.90E-01	1.50E+00	3.38E-01
2.22E-01	1.49E+00	3.71E-01
2.53E-01	1.48E+00	4.72E-01
2.85E-01	1.46E+00	4.73E-01
3.17E-01	1.45E+00	5.08E-01
3.48E-01	1.43E+00	5.07E-01
3.80E-01	1.42E+00	6.07E-01
4.12E-01	1.39E+00	7.78E-01
4.43E-01	1.37E+00	7.10E-01
4.75E-01	1.35E+00	8.10E-01
5.07E-01	1.32E+00	9.12E-01

8.79E-01	1.29E+00	5.38E-01
1.01E+00	1.26E+00	5.70E-01
1.01E+00	1.22E+00	6.02E-01
9.13E-01	1.20E+00	6.33E-01
1.08E+00	1.17E+00	6.65E-01
8.10E-01	1.13E+00	6.97E-01
9.01E-01	1.09E+00	7.60E-01
1.55E+00	1.04E+00	7.92E-01
1.28E+00	9.90E-01	8.23E-01
1.18E+00	9.60E-01	8.55E-01
1.56E+00	9.15E-01	8.87E-01
1.52E+00	8.62E-01	9.18E-01
1.49E+00	8.19E-01	9.50E-01
1.62E+00	7.68E-01	9.82E-01
1.66E+00	7.16E-01	1.01E+00
1.79E+00	6.63E-01	1.05E+00
1.72E+00	6.03E-01	1.08E+00
1.86E+00	5.54E-01	1.11E+00
2.03E+00	4.85E-01	1.14E+00
1.96E+00	4.25E-01	1.17E+00
2.16E+00	3.61E-01	1.20E+00
2.20E+00	2.88E-01	1.24E+00
2.06E+00	2.22E-01	1.27E+00
2.47E+00	1.58E-01	1.30E+00
1.49E+00	6.56E-02	1.33E+00

	1.63E-02	1.39E+00
--	----------	----------

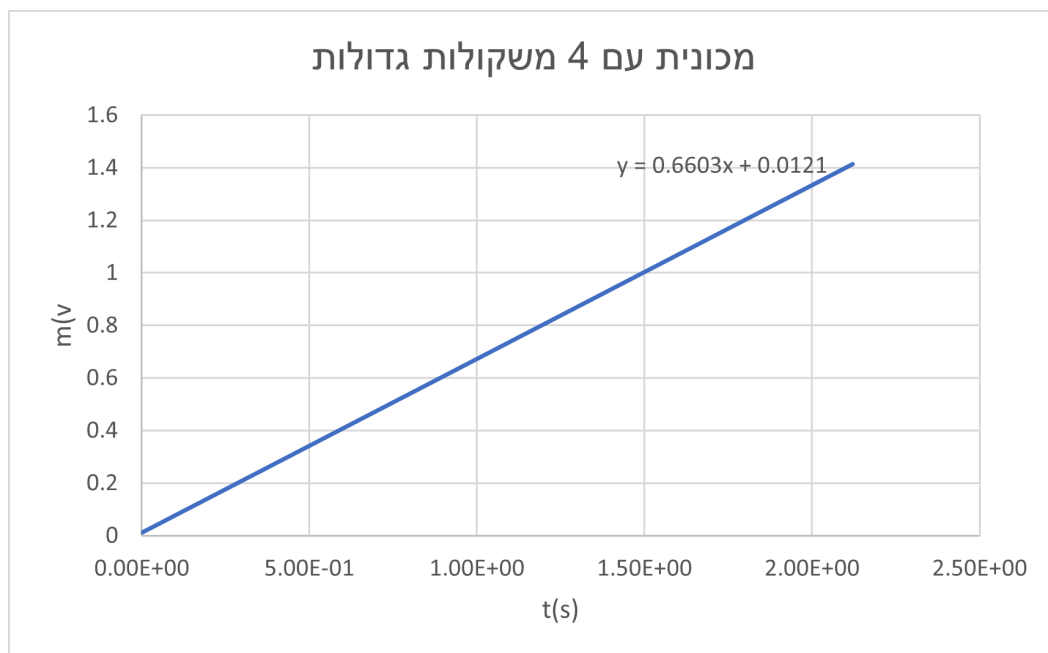
ללא משקולות גדולות:

זמן (שניה)	מקום (מטר)	מהירות (מטר לשנייה)
0.00E+00	1.49E+00	
3.33E-02	1.48E+00	1.92E-01
6.67E-02	1.48E+00	1.60E-01
1.00E-01	1.47E+00	2.89E-01
1.33E-01	1.46E+00	3.53E-01
1.67E-01	1.45E+00	4.17E-01
2.00E-01	1.43E+00	4.81E-01
2.33E-01	1.42E+00	5.77E-01
2.67E-01	1.39E+00	8.65E-01
3.00E-01	1.36E+00	7.37E-01
3.33E-01	1.34E+00	7.37E-01
3.67E-01	1.31E+00	1.09E+00
4.00E-01	1.27E+00	1.19E+00
4.33E-01	1.23E+00	1.15E+00
4.67E-01	1.19E+00	1.35E+00
5.00E-01	1.14E+00	1.38E+00
5.33E-01	1.10E+00	1.47E+00
5.67E-01	1.04E+00	1.64E+00
6.00E-01	9.92E-01	1.57E+00
6.33E-01	9.39E-01	1.76E+00
6.67E-01	8.75E-01	1.83E+00
7.00E-01	8.17E-01	1.92E+00

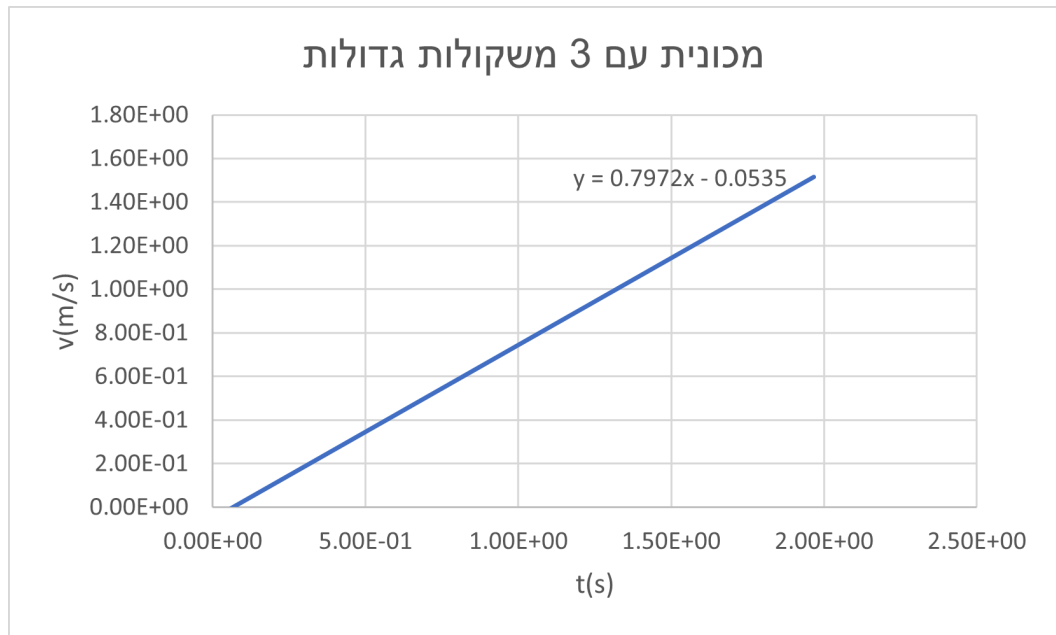
2.05E+00	7.46E-01	7.33E-01
2.18E+00	6.80E-01	7.67E-01
2.31E+00	6.01E-01	8.00E-01
2.47E+00	5.26E-01	8.33E-01
2.47E+00	4.37E-01	8.67E-01
2.57E+00	3.62E-01	9.00E-01
2.63E+00	2.65E-01	9.33E-01
2.76E+00	1.86E-01	9.67E-01
2.69E+00	8.18E-02	1.00E+00
	6.92E-03	1.03E+00

גרפים מהירות - זמן

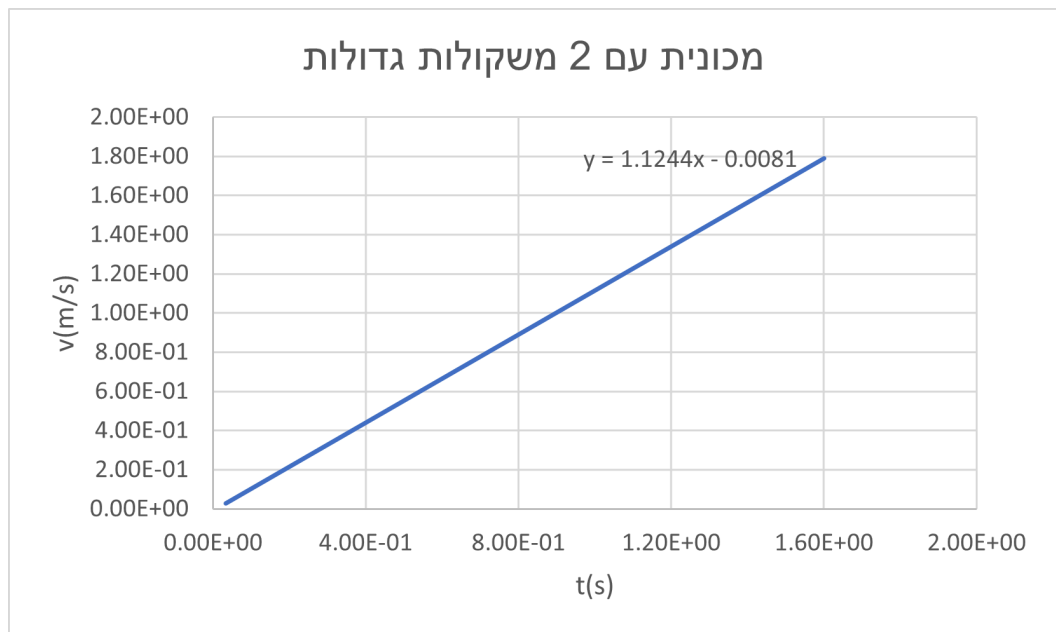
ארבע משקולות גדולות:



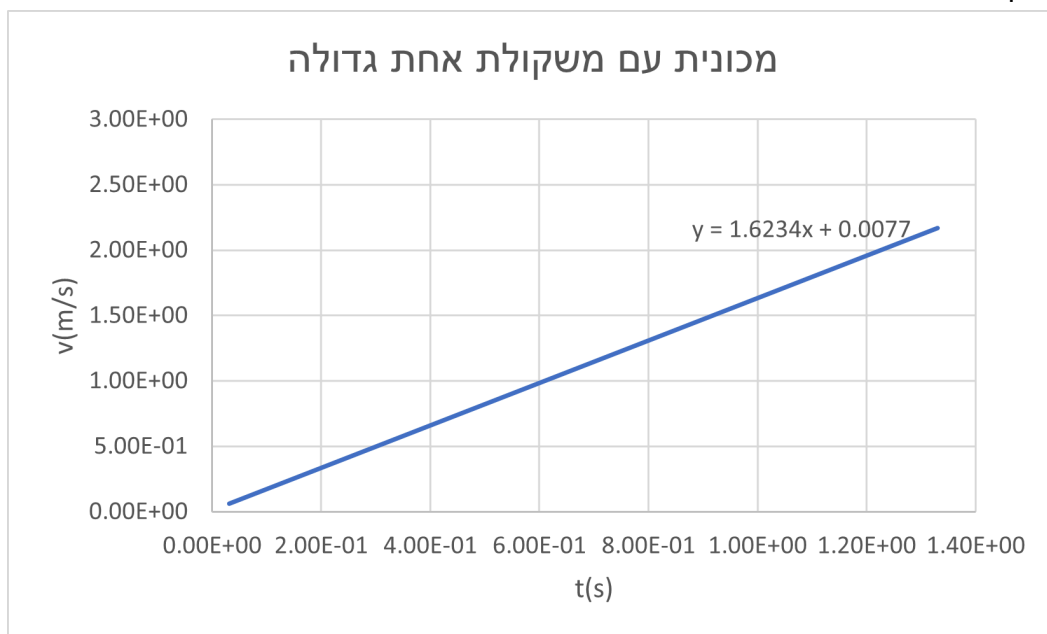
שלוש משקולות גדולות:



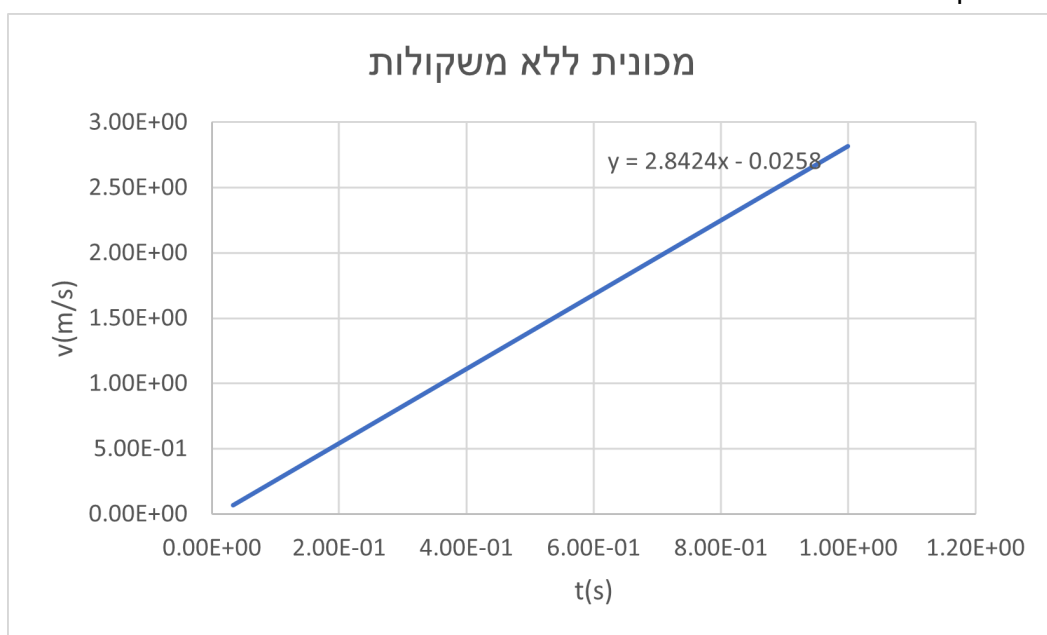
שתי משקולות גדולות:



משקולת אחת גדולה:



ללא משקולות:



תשובות לשאלות

1. 2. 3. סרטטנו לעיל.

4. קבע אם המהירות משתנה לאורך כל זמן התנועה באותו הקצב או לא, הסבר.
המהירות משתנה כל הזמן באותו הקצב, מפאת היות התאוצה קבועה (וחיובית כמובן).

5. שרטטנו גרף מהירות זמן.
סרטטנו לעיל.

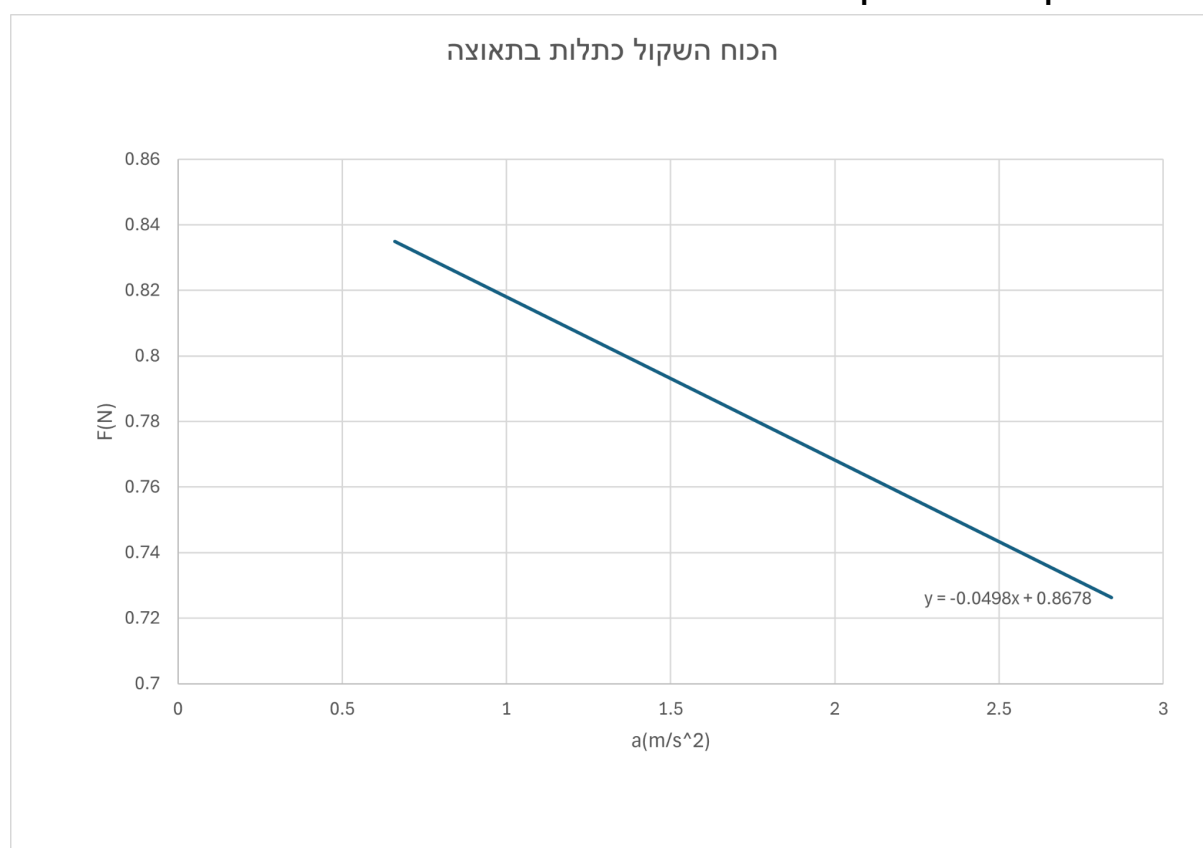
6. האם התאוצה היא שיפועו של גרף המהירות כתלות בזמן?
נכון.

7. האם קו המגמה עובר בראשית הצירים? איזה תנאי צריך להתקיים על מנת שדבר זה יתקיים?
קו המגמה עובר בראשית הצירים אם ורק אם המהירות ההתחלתית היא 0, כלומר המערכת משוחררת ממנוחה, וזה אכן קורה בניסוי.

8. מהי המסקנה מהגרף? האם התאוצה קבועה או משתנה? הסבר.
המסקנה מהגרף הלינארי, היא שהתאוצה קבועה. התאוצה היא שיפוע הגרף, והוא קבוע.

9, 10, 11. ראו גרפים וטבלאות לעיל.

12. שרטטו גרף של הכוח השקול כתלות בתאוצה



13. מהי המסקנה מהגרף? הסבר האם זה מאשש את החוק השני של ניוטון.
הגרף לינארי, ולכן החוק השני של ניוטון תקף.

14. חשב את מסת המערכת בהתבסס על תוצאות הניסוי.
ע"פ החוק השני של ניוטון $F=ma$, לכן אנו יודעים כי שיפוע הגרף הוא m . משמע $m=0.0498\text{kg}$

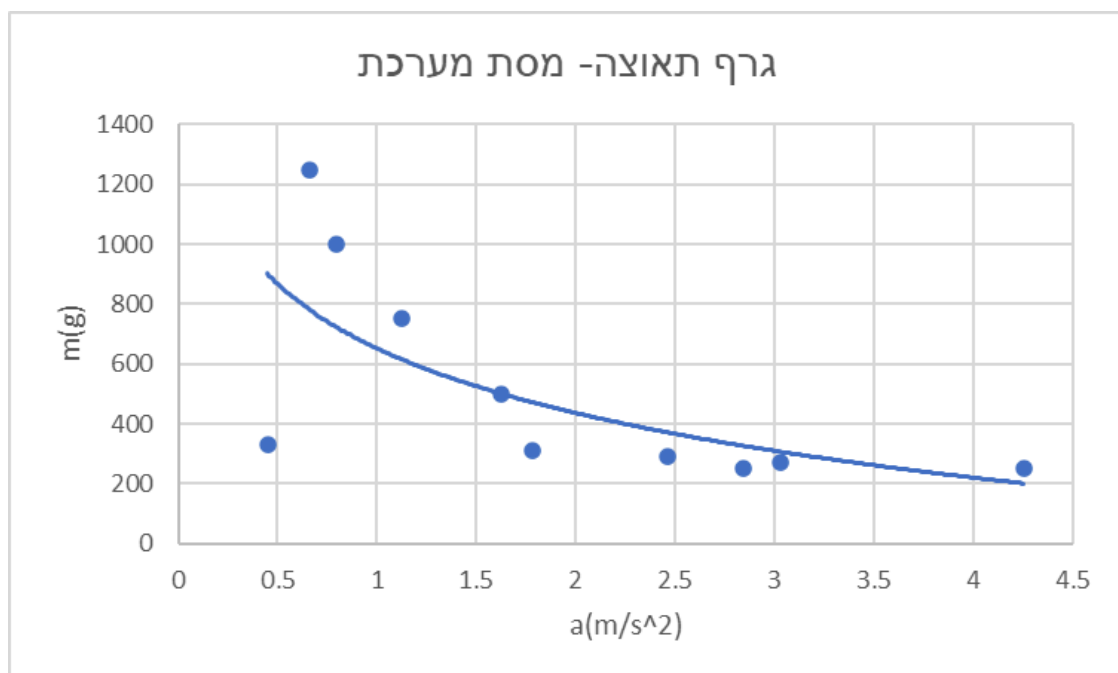
15. חשב את הכוח המזערי הנדרש כדי שהעגלה תתחיל לנוע? שער מהו הכוח שגורם לתופעה זו.
קיבלנו כי התאוצה הקבועה היא שיפוע גרף מהירות-זמן, שהוא 0.0498. לפי החוק ה-2 נחשב ונקבל שהכוח השקול המינימלי הוא 0.142 N, והוא קיים מפאת החיכוך המזערי של גלגלי העגלה עם המסילה.

16. קבע האם ניתן למדוד כוח מזערי זה. נמק. אם כן, הסבר כיצד ניתן למדוד זאת.
 כן, לאט לאט מוסיפים משקולות זעירות ומוודים, או שתומכים בעגלה מלמטה ואט- אט מפחיתים את התמיכה.

17. שרטט גרף תאוצה-מסת מערכת.
 נסדר בטבלה את התאוצות שקיבלנו בכל מערכת (לפי הגרפים למעלה) ואת מסת המערכת (לפי הנוסחה הבאה), ונחשב בגרף:

$$250 \text{ גרם} + \text{מספר משקולות גדולות} * 250 + \text{מספר משקולות קטנות} * 20 = \text{מסת המערכת}$$

מסת המערכת (גרם)	תאוצת המערכת (שיפוע הישר) (מ' / שנייה)
1250	0.6603
1000	0.7972
750	1.1244
500	1.6234
250	2.8424
330	0.4485
310	1.7812
290	2.4587
270	3.0269
250	4.2544

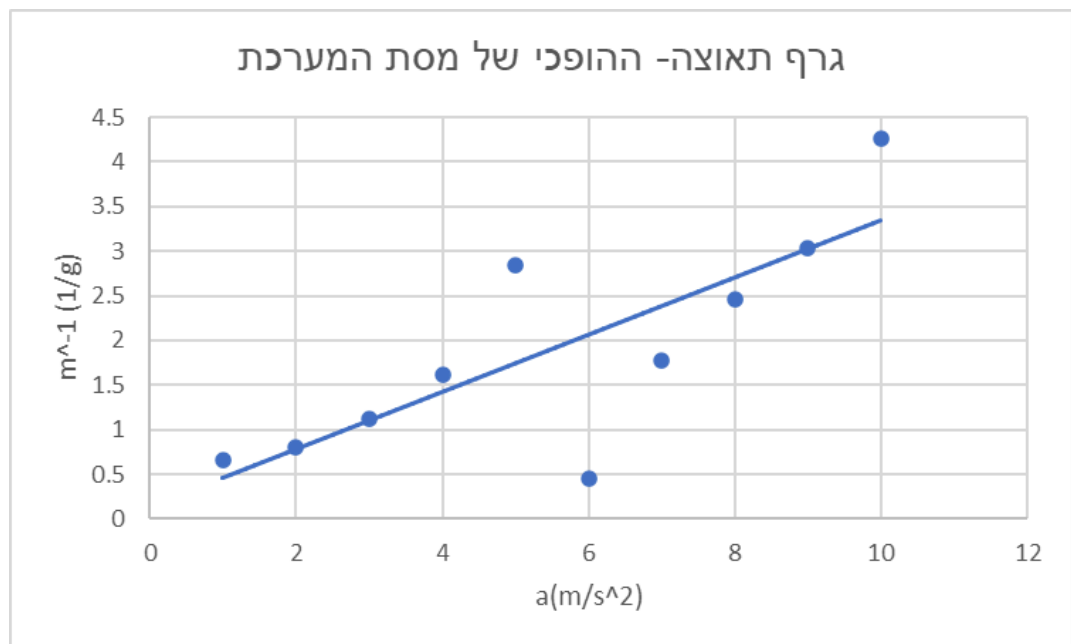


18. הסבר מדוע הגרף אינו ליניארי.

התאוצה תלויה במסת המערכת באופן לא ליניארי, כפי שמצאנו בשאלה 2, ולכן לא מתקבל גרף ליניארי.

19. שרטטו גרף תאוצה-ההופכי של המסה.

מסת המערכת (גרם)	תאוצת המערכת (שיפוע הישר) (מ' / שנייה)
1/1250	0.6603
1/1000	0.7972
1/750	1.1244
1/500	1.6234
1/250	2.8424
1/330	0.4485
1/310	1.7812
1/290	2.4587
1/270	3.0269
1/250	4.2544



20. תאר מה המסקנה מהגרף. הסבר כיצד זה מאשש או סותר את החוק השני של ניוטון.

זה מאשש את החוק ה-2 של ניוטון, כי אכן יוצא גרף ליניארי.

21. רפלקציה על הניסוי

הניסוי היה מעט מסובך לביצוע, שכן צילום יציב הוא משהו שקשה להשיג בעזרת הידיים בלבד. אך לאחר שהצלנו לייצב את עצמנו, הניסוי עבר חלק. השימוש בתראקור הוא מתיש, וכמעט אין דרך למצוא כיצד התוכנה עובדת או איך להשתמש בה, אך לאחר שהבנו את הנושא, כל השאר היה קל מאוד.

22. רשום מהן השגיאות הקבועות בניסוי

השגיאות הקבועות בניסוי הן מידת דיוק הסרגל, מספר הפריימים לשנייה של הסרטונים ואיכות הסרטונים.

23. חשב את השגיאה היחסית בין מסת המערכת המדודה ומסת המערכת המחושבת על פי תוצאות הניסוי

נחשב את השגיאה היחסית כך: $0.0498/0.25$ ונקבל שגיאה יחסית של 19%.

24. מדוע לא ניתן להשוות את התוצאות המתקבלות ל"ערך בספרות"?

לא ניתן להשוות את תוצאות הניסוי ל"ערך בספרות" מכיוון שלניסוי לא הייתה מידת דיוק גבוהה והוא בוצע על ידי כמה תלמידים שאינם מדענים מהרמה הגבוהה ביותר. הרבה דברים יכולים להיות לא מדויקים ולכן לא ניתן לעשות השוואה זו.

25. ציין מה ניתן לשפר בניסוי.

ניתן לשפר את מידת הדיוק של הסרגל, את איכות הסרטונים ומספר הפריימיים לשנייה שבהם, בנוסף ניתן לדאוג שהעגלה תשתחרר באותו המצב כל פעם בעזרת רובוט או כלי מכני אחר לרבות דברים אחרים.