

חוק שני של ניוטון

מאיצים עגלה בעזרת משקולת תלויה על חוט. החוט כרוך על גלגילה של חיישן תנועה סיבובית. המולטילוג מודד את מקום העגלה כפונקציה של הזמן. תוכנת ה-DB-Lab מעבדת את המדידות ומחשבת את מהירות העגלה ותאוצתה. נחקר הקשר בין הכוח המאיץ את המערכת לבין תאוצתה.

עקרון פעולה:

עגלה ($m=0.5 \text{ kg}$). מסילה באורך 1 מטר לערך. חיישן תנועה סיבובית. מולטילוג. משקולת של 10 גרם ו-2 משקולות של 20 גרם.

ציוד:

א. הקדמה

על פי החוק השני של ניוטון תאוצת הגוף יחסית לכוח השקול הפועל עליו:

$$(1) \quad \sum \vec{F} = m\vec{a}$$

בניסוי שלנו כוח הכובד הפועל על המשקולת מאיץ את מערכת העגלה והמשקולת גם יחד (ראה תרשים 1):

$$(2) \quad m_2 g - f = (m_1 + m_2) a$$

כאשר:

g – תאוצת הנפילה החופשית.

m_1 – מסת העגלה

a – תאוצת העגלה והמשקולות.

m_2 – מסת המשקולת התלויה

f – החיכוך שמופעל על העגלה.

אם נזניח את החיכוך (למערכות דינמיקה מודרניות יש מקדם חיכוך נמוך מאד) אזי משוואה (2) תהיה:

$$(3) \quad a = \frac{1}{m_1 + m_2} \cdot m_2 g$$

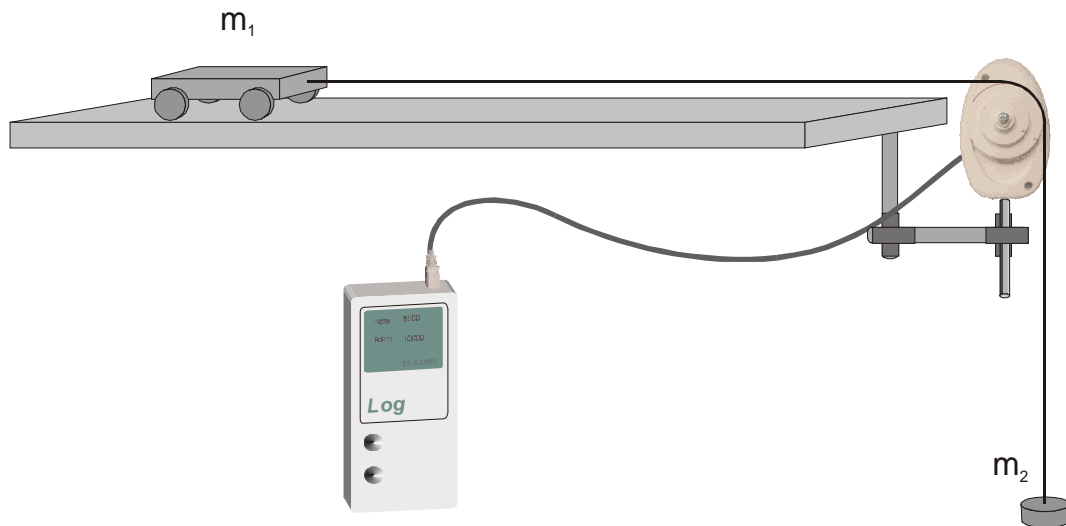
כדי לחקור את הקשר בין הכוח המאיץ $m_2 g$ לבין תאוצת המערכת a , עלינו לדאוג שמסת המערכת תישאר קבועה. לשם כך נעמיס את המשקולות כולן (פרט למשקולת התלויה) על העגלה.

ב. הכנת הניסוי

1. חבר את המולטילוג לכניסה הטורית במחשב.

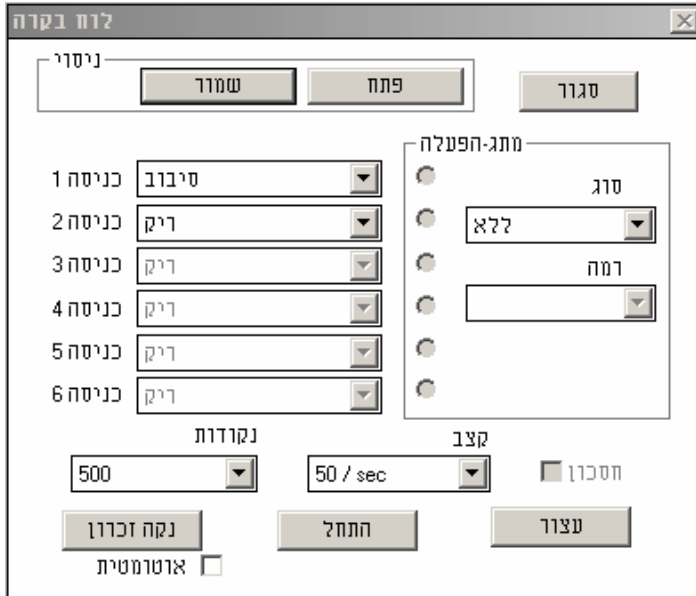
2. הפעל את המולטילוג.


3. חבר את חיישן התנועה הסיבובית לכניסה 1 במולטילוג.
4. הרכב את הציוד כפי שמתואר בתרשים 1.
5. קבע את חיישן התנועה הסיבובית לאחד הקצוות של המסילה. מקם את העגלה בקצה האחר של המסילה.
6. חבר חוט לעגלה. החוט צריך להיות ארוך דיו כך שכאשר העגלה קרובה לחיישן והחוט כרוך מעל הגלגל הגדול של החיישן, החוט צריך להגיע לרצפה.
7. חבר משקולת של 10 גרם לקצה השני של החוט.
8. העבר את החוט מעל הגלגל הגדול של החיישן.
9. מקם את העגלה מול החיישן, ווסת את גובה החיישן כך שהחוט מקביל למסילה.
10. העמס את 2 המשקולות הנותרות על העגלה.




תרשים 1

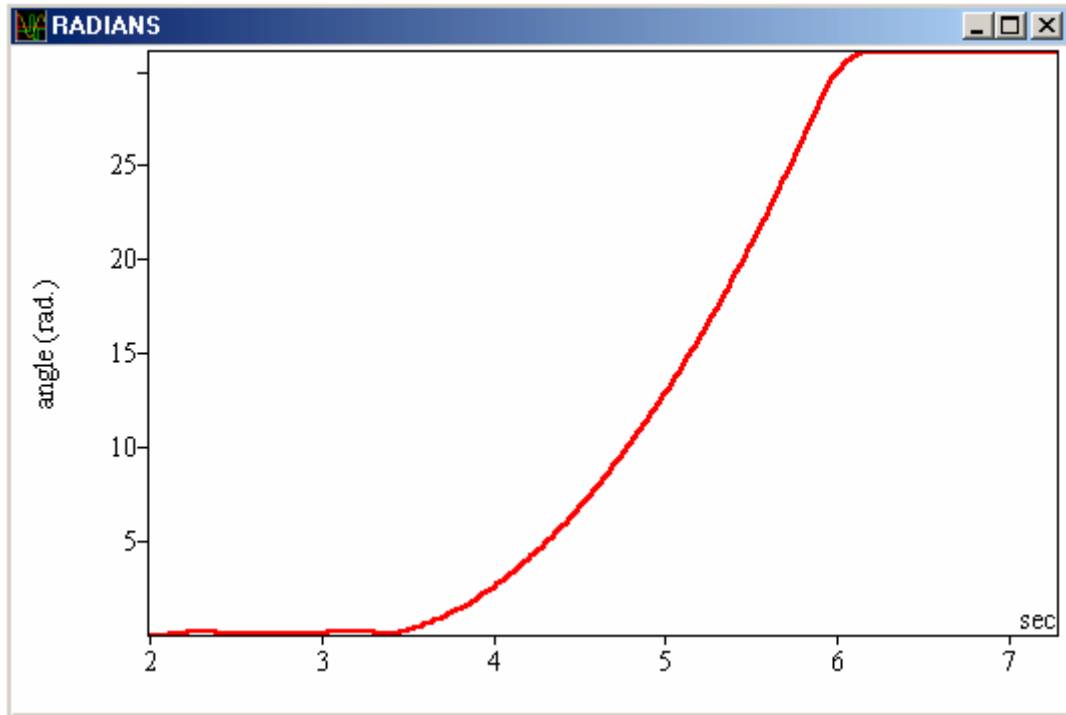
11. אתחל את המולטילוג על פי ההנחיות הבאות:



אתחול המולטילוג :
 לחץ על כפתור לוח בקרה
 בסרגל הכלים, , ואתחל את המולטילוג על פי התרשים משמאל.

ג. ביצוע הניסוי

1. מדוד את מסת העגלה, m_1 , ואת המסה של המשקולות m_2 .
2. החזק את העגלה בקצה המסילה.
3. לחץ על כפתור התחל, , כדי להתחיל את המדידה. מיד אחרי התחלת המדידה שחרר את העגלה.
4. לחץ על כפתור עצור, , כאשר המשקולת התלויה מגיעה לקרקע.
5. הגרף יופיע אוטומטית בתוכנת ה- *DB-LAB* (ראה תרשים 2). שמור את הגרף ואת המסה של המשקולת.
6. החלף את המשקולות התלויה במשקולת של 20 גרם מהעגלה, וודא ששאר המשקולות על העגלה וחזור על שלבים 1 עד 5.
7. חזור על השלבים 1 עד 5 עם משקולות תלויות של 30 גרם, 40 גרם ו- 50 גרם.



תרשים 2

ד. ניתוח תוצאות

הגרפים שהתקבלו במדידות מציגים את זווית הסיבוב (ברדיאנים) של גלגלת חיישן התנועה הסיבובית. כדי לחשב מתוכו את תאוצת העגלה עליך להפיק גרף של המרחק שעברה העגלה כפונקציה של הזמן ממנו להפיק גרף מהירות ובעזרתו לחשב את התאוצה.

1. הפק גרף של מקום העגלה כפונקציה של הזמן. לשם כך עליך להכפיל את הזווית ברדיוס

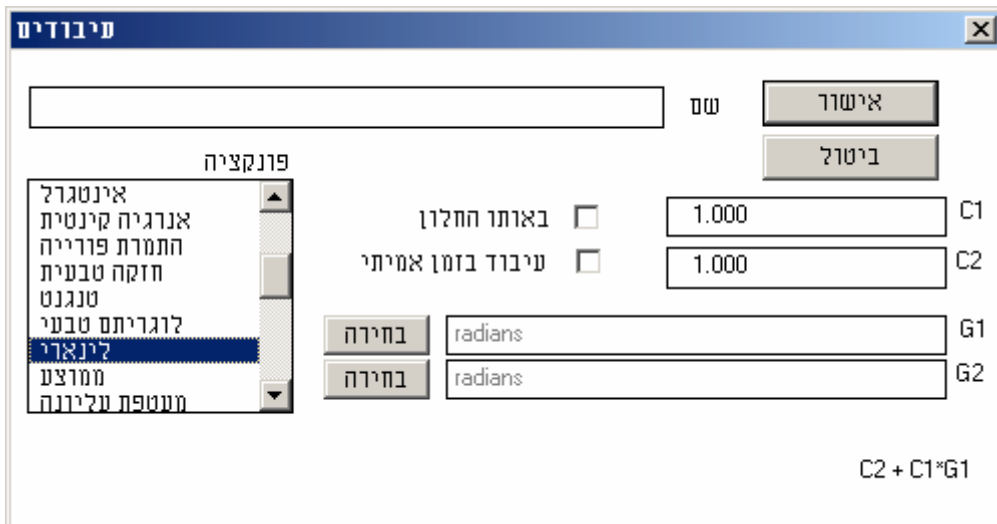
הגלגלת. מדוע? _____

2. מדוד את רדיוס הגלגלת $R =$ _____

3. פתח את אחד הגרפים ששמרת.

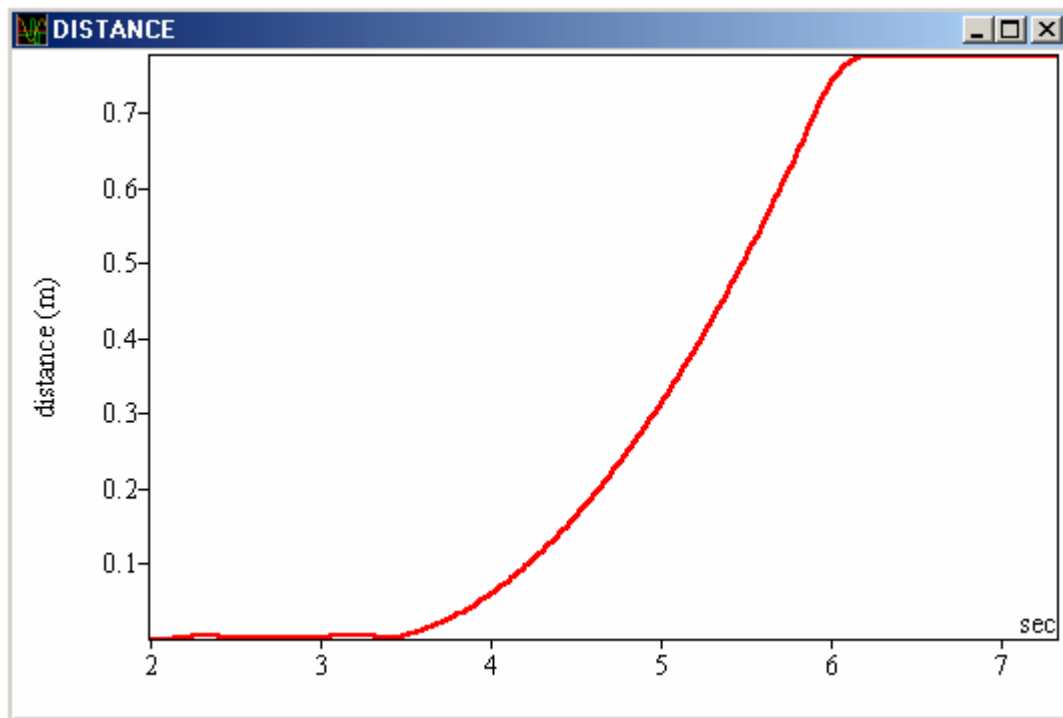
4. לחץ על כפתור **עיבוד נתונים**  או בחר **נוספים** מתפריט **עיבוד נתונים** כדי לפתוח את תיבת

בדו-שיח **עיבודים**.



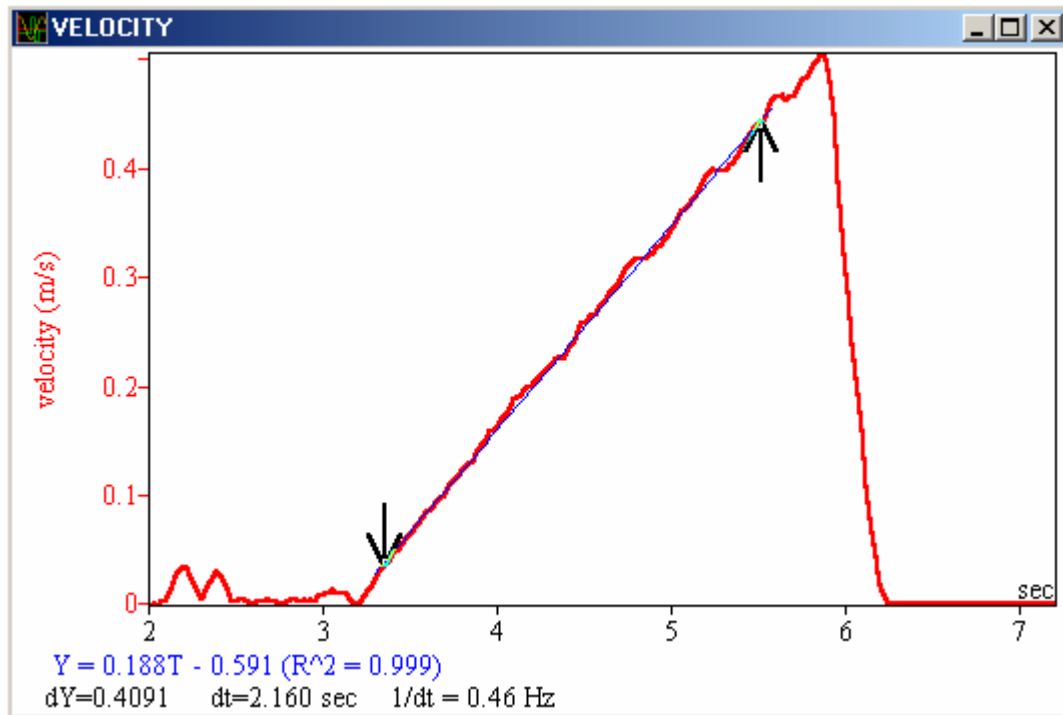
תרשים 3

5. בחר **לינאר** מרשימת הפונקציות. הקלד את רדיוס הגלגלת בתיבת הקבוע $C1$ ואפס בתיבת הקבוע $C2$. לחץ על **אישור** (ראה תרשים 3). תרשים 4 מציג גרף אופייני שהתקבל.



תרשים 4

6. הפק גרף של מהירות העגלה כפונקציה של הזמן. בחר **נגזרת מתפריט עיבוד נתונים** (ראה תרשים 5).



תרשים 5

7. מה תוכל לומר על אופי התאוצה? _____

8. כיצד נקשר אופי התאוצה לחוק השני של ניוטון? _____

9. הפק קירוב ליניארי של המהירות. השתמש בסמנים כדי להתמקד באזור הליניארי של הגרף ובחר קירוב ליניארי מתפריט עיבוד נתונים.

10. רשום את שיפוע הגרף _____

מהן יחידות השיפוע? _____

11. חזור על צעדים 4-6, 9 ו-10 עבור כל אחד מהקבצים ששמרת ומלא את הטבלה הבאה:

$m_2(kg)$	$m_2g(N)$	$a(\frac{m}{s^2})$

12. הפק (באופן ידני או בעזרת גיליון אלקטרוני) גרף של התאוצה a כפונקציה של הכוח המאיץ m_2g .

13. חשב את שיפוע הגרף _____
 מהן יחידותיו? _____

14. השווה את השיפוע שקיבלת עם השיפוע התיאורטי (ראה משוואה 3): _____

ה. חומר למחשבה

1. אם מקדם החיכוך אינו ניתן להזנחה, האם עדיין אתה מצפה לגרף מהירות ישר?

2. כיצד תוכל לחשב מתוך הגרף את מקדם החיכוך?

הערות
