



החוק השני של ניוטון (גוף בודד)

ציוד



- מסילת PASCO עם מד זווית מוצמד
- עגלת דינמיקה עם קפיץ
- ממשק PASCO
- חיישן תנועה
- מחסום גומי
- מגבה מעבדתי (ג'ק)
- 2 דינמומטרים על מעמדים: של 1N ושל 2N
- מאזניים
- 2 משקולות של 250 גרם

מטרת הניסוי

בדיקת הקשר בין תאוצה של גוף, לבין גודל הכוח השקול הפועל עליו.

הכנת המערכת למדידות

1. מפעילים את ממשק PASCO ומעלים את תוכנת Capstone במחשב. מקליקים על צלמית **Hardware Setup** (סרגל Tools, בחלק השמאלי של המסך). מקליקים כניסה 1 בתמונת הממשק בתוכנה (איור 1) ובוחרים ברשימת החיישנים את חיישן התנועה (**Motion Sensor**). סוגרים את **Hardware Setup** (מקליקים שוב על צלמית **Hardware Setup**).

איור 1

איור 2

2. מכינים את מערכת הצירים "מהירות כתלות בזמן":

א. מקליקים קליק כפול על צלמית **Graph** בסרגל **Displays** (איור א2) – תיפתח מערכת צירים.

ב. מקליקים על כותרת הציר האנכי (<Select Measurement>) ובוחרים מהירות (**Velocity**) ברשימה.

3. בסרגל **Controls** מגדירים קצב דגימה של 40 Hz באמצעות החיצים המוקפים באיור 3.



איור 3

ביצוע המדידות

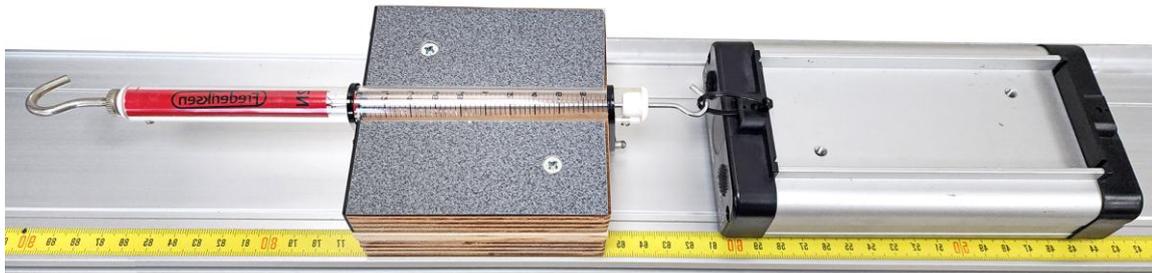
1. הכינו בגיליון Excel טבלה בה תזינו את הוריות הדינמומטר ותאוצות העגלה:

F_3 (N)	F_2 (N)	F_1 (N)	F ממוצע	a (m/s^2)

2. שקלו את העגלה ורשמו את מסתה.

3. מדדו את הכוח הפועל על העגלה:

א. הניחו עגלה על המסילה בצמוד למחסום הגומי, ומאחוריה - מעמד עם דינמומטר של 1N. השחילו את וו הדינמומטר לתוך הלולאה על עגלה (איור 4). משכו את המעמד עם העגלה במעלה המסילה בכ-10 ס"מ (כדי לאפשר לקפיץ הדינמומטר להימתח).



איור 4



איור 5

ב. הצמידו את המעמד לאחד משולי המסילה (איור 5), קרבו את העגלה בכ-3 ס"מ למעמד והרפו ממנה. אחרי שתנודות העגלה ייפסקו, קראו את הוריות הדינמומטר והזינו אותה בגיליון Excel בעמודה F_1 . כדי להקטין את השפעת החיכוך בתוך הדינמומטר על תוצאות המדידות, חזרו על המדידה פעמיים נוספות והזינו את התוצאות בגיליון בעמודות F_2, F_3 . חישבו ב-Excel את הערך הממוצע של הכוחות בעמודה F ממוצע.

ג. החזיקו את העגלה, נתקו אותה מהדינמומטר והצמידו למחסום. הורידו את הדינמומטר מהמסילה.

4. מדדו את תאוצת העגלה:

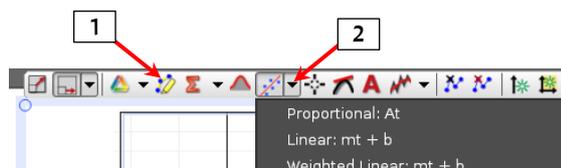


איור 6

א. הרחיקו את העגלה למרחק של כ-15 ס"מ מהמחסום (אין לעבור על 15 ס"מ!) והחזיקו אותה במקום זה באצבע (איור 6). בתוכנת Capstone הקליקו על צלמית **Record** (איור 3) להרצת מדידות, ושחררו את העגלה. אחרי התנגשות העגלה במחסום הקליקו שוב על אותה הצלמית. שימרו את הפעילות.

ב. בחרו את קטע הגרף המתאר את תנועת העגלה במורד המסילה. לשם כך, הקליקו על הצלמית של כלי בחירה (1) בסרגל הכלים (איור 7) - באזור הגרף יופיע מלבן בחירה. גררו אותו אל הקטע והתיאמו את רוחבו של המלבן לקטע זה באמצעות הזזת צלעותיו.

ג. התאימו פונקציה קווית לקטע שבחרתם: הקליקו בסרגל הכלים על צלמית (2) ובחרו **Linear** ברשימת הפונקציות (איור 7) - תוצג משוואת הקו. מהי המשמעות הפיזיקלית של שיפוע הקטע? מהן יחידות השיפוע?



איור 7

ד. בהסתמך על המדידות, מצאו את תאוצת העגלה והזינו אותה בגיליון.

5. חזרו על מדידת הכוח והתאוצה חמש פעמים נוספות; בכל מדידה חדשה הגדילו את זווית שיפוע המסילה בכ- 1° (המדידות האחרונות הן בזווית של כ- 9°).

6. בתום המדידות, קפלו את הג'ק.

רשות - השפעת מסת הגוף על הקשר בין הכוח הפועל על הגוף לבין תאוצת הגוף

7. החליפו את המעמד עם הדינמומטר של 1N במעמד עם הדינמומטר של 2N.

8. העמיסו על העגלה שתי משקולות של 250 גרם וחזרו על המדידות (סעיפים 3-6).

עיבוד תוצאות המדידות

1. בנו גרף פיזור של תאוצת העגלה a כתלות בכוח (הממוצה) הפועל עליה.

2. הוסיפו לגרף קו מגמה לינארי, הציגו את משוואתו ואת הערך של R^2 .

R - מקדם המתאם, או מדד פירסון (Pearson correlation), הוא מדד של קשר לינארי בין שני משתנים. ערכי R מקיימים: $-1 \leq R \leq 1$. ככל שערכו של R^2 קרוב יותר ל-1, התאמת הקשר בין שני מדידות ניסיוניות (כוח ותאוצה בניסוי זה) לקשר לינארי היא טובה יותר.

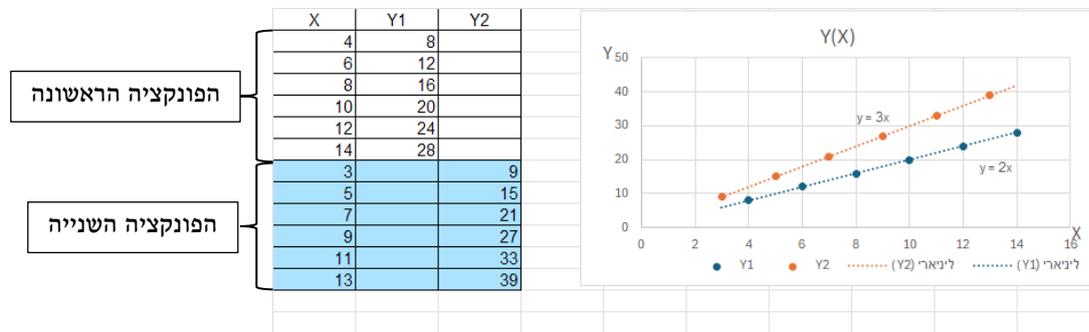
3. מהו שיפוע הגרף? ציינו את ערכו המספרי ואת יחידותיו.

4. היעזרו בשיפוע הגרף וחישובו את מסת העגלה.

5. מצאו את הסטייה היחסית של מסת העגלה שהתקבלה בניסוי מהמסה שהתקבלה בשקילה.

רשות – השפעת מסת הגוף על הקשר בין הכוח הפועל על הגוף, לבין תאוצת הגוף

6. עבור העגלה עם ובלי המשקולות, בנו ב-Excel את הגרפים של התאוצה כתלות בכוח באותה מערכת הציורים. היות שמדידות הכוח אינן משוטטות בשני המקרים הנ"ל, לבניית שני הגרפים במערכת צירים אחת יש לארגן את גיליון ה-Excel כפי שמוצג באיור 8. בבחירת נתוני הגרף יש לבחור את כל הנתונים.



איור 8

7. הוסיפו לכל גרף קו מגמה לינארי והציגו את השיפועים של קווי המגמה.

8. מהו היחס בין שיפועי הגרפים? מהו היחס בין מסות העגלה – עם ובלי המשקולות? מהי מסקנתכם?

בסיס הניסוי

- הורידו את העגלה מהמסילה.
- כבו את הממשק של PASCO.
- כבה את המחשב.