



מתקף ותנוע

ציוד



איור 1

- עגלת דינמיקה אלחוטית עם מתקן להעמסת משקולות
- מסילת PASCO
- גלגלת PASCO
- מחסום גומי ומחסום פלסטיק
- מתלה משקולות הקשור לחוט
- 2 משקולות של 100 g
- 3 משקולות של 50 g
- מאזניים

תיאור מערכת הניסוי ורקע עיוני

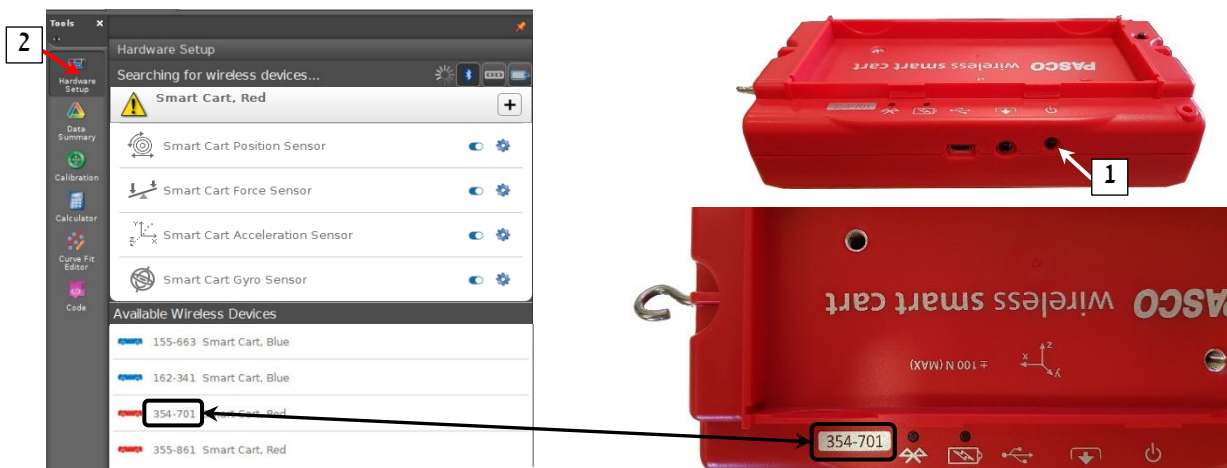
עגלת דינמיקה אלחוטית בה מותקנים חיישני מקום וכוח מונחת על מסילה אופקית מאוזנת. לחיישן הכוח של העגלה קשור מתלה עם משקולות באמצעות חוט ארוך; החוט כרוך סביב גלגלת המותקנת על קצה המסילה (איור 1). העגלה נעה בהשפעת משקל המשקולות, ומערכת מדידות ממוחשבת רושמת את מהירות העגלה ואת הכוח הפועל עליה (מתיחות החוט).

לפני ביצוע הניסוי ענו על השאלות המתייחסות למערך הניסוי:


1. רשמו משוואת "מתקף-תנוע" והביטוי המתמטי עבור מתקף.
2. אילו כוחות גורמים לשינוי בתנוע העגלה? באיזה תנאי אפשר להניח ששינוי בתנוע העגלה שווה למתקף כוח המתיחות בלבד?
3. כיצד אפשר לחשב מתקף באמצעות גרף הכוח כתלות בזמן?
4. מריצים מדידות של מהירות העגלה והכוח הפועל עליה, ומשחררים את המשקולות התלויה על החוט. חוזרים על המדידות מספר פעמים, כאשר בכל פעם משנים את מסת העגלה. מסת המתלה עם המשקולות נשארת ללא שינוי. רשמו ביטוי עבור הקשר בין מהירות העגלה לבין מסת המערכת.
5. בהסתמך על הביטוי שרשמתם, בחרו משתנים שהקשר ביניהם הינו ליניארי. סרטטו את סקיצת הגרף שמבטא את הקשר. מהי המשמעות הפיזיקלית של שיפוע הגרף?

הכנת מערכת המדידות

1. הפעילו את חיישני העגלה על ידי לחיצה קצרה על כפתור (1) הנמצא על דופן הצדדית (איור 2). העלו את תבנית העבודה "מתקף ותנוע - עגלה אלחוטית" M060151 (הקליקו על קובץ התבנית פעמיים) – תיפתח התוכנה ותוצג רשימת העגלות המופעלות שנמצאות בסביבה. יש לאתר ברשימה שורה עם מספר העגלה הנמצאת במערכת שלכם (איור 2) ולהקליק עליה. כשהמערכת תתממשק לעגלה, סגרו את **Hardware Setup** (הקישו על צלמית (2)).



איור 2

2. להכנת מערכות צירים "כוח כתלות בזמן" ו"מהירות כתלות בזמן" יש לפעול באופן הבא:
 - א. הקליקו פעמיים על צלמית **Graph** בסרגל **Displays** – תוצג מערכת צירים.
 - ב. הקליקו על כותרת הציר האנכי **<Select Measurement>** ובחרו כוח (Force) מהרשימה (איור 3).
 - ג. הוסיפו למערכת הצירים את הציר המשני עבור מהירות: הקליקו על הצלמית  בסרגל הכלים מעל מערכת הצירים והגדירו את משתנה הציר (מהירות – Velocity).קצב הדגימה של החיישנים מוגדר בתבנית העבודה.

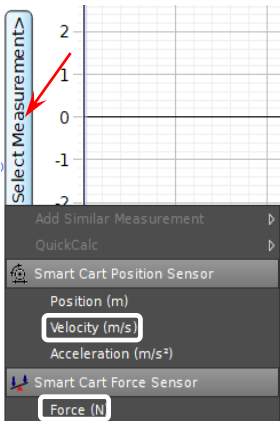
ביצוע מדידות

1. שקלו את העגלה ואת המתלה עם המשקולת.

2. לאיפוס חיישן הכוח של העגלה פעלו באופן הבא:

א. אם בשדה (2) בסרגל בקרה (איור 4) מופיע חיישן שאינו **Smart Cart Force Sensor** (חיישן כוח), הקליקו על שדה זה ובחרו את החיישן הנ"ל מרשימת החיישנים הנפתחת.

ב. הקליקו על צלמית (3) (איור 4).



איור 3



3. השחילו על מוט המתלה משקולת של 50 גרם וחברו את הלולאה שבקצה החוט לוו חיישן הכוח של העגלה. כרכו את החוט סביב הגלגלת המותקנת על קצה המסילה (איור 1).

4. הרחיקו את העגלה מהמחסום הגומי כך שהחזית שלה (הצד הקשור לחוט) תימצא בערך מול שַׁנַת "70 cm" של סרגל המסילה (איור 5).

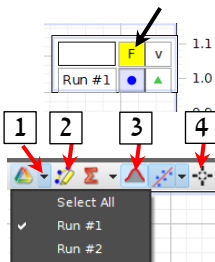
5. הפסיקו את תנודות המתלה, הריצו מדידות באמצעות צלמית (1) (איור 4), המתינו לתחילת המדידות ושחררו את העגלה. בהגעתה של העגלה למחסום עצרו את המדידות.

6. חזרו על סעיפים 4, 5 שש פעמים נוספות, כאשר בכל פעם תגדילו את מסת העגלה ב-50 גרם באמצעות השחלת משקולות על יתד העגלה.

7. שמרו את המדידות.



איור 5



איור 7

בסיום המדידות כבו את חיישני העגלה באמצעות לחיצה ארוכה על כפתור ההפעלה

עיבוד תוצאות המדידות

1. בחרו מרשימת ההרצות את ההרצה הראשונה (לפתיחת הרשימה הקליקו על משולש (1) - איור 7).

2. בחרו את גרף הכוח: הקליקו במקרא על סמל הכוח - F (איור 6). הקליקו על צלמית (2) - ייפתח מלבן הבחירה. גררו את המלבן אל הגרף כך שצלעו השמאלית תעבור דרך הנקודת הגרף המתאימה לתחילת התנועה של העגלה (איור 8א).

3. הקליקו על צלמית (3) (איור 7) למציאת הערך המספרי של השטח בין קטע הגרף המסומן לבין ציר הזמן. מהי משמעותו של ערך השטח הזה?

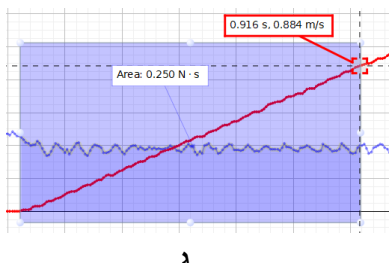
4. הזיזו את צלעו הימנית של מלבן הבחירה עד שערך השטח ישתווה ל- $0.250 \text{ N} \cdot \text{m}$ (עד כדי $0.002 \text{ N} \cdot \text{m}$), איור 8ב'.

הערה: ערך מספרי זה מותאם לפרמטרים של המדידות בניסוי, אין לו משמעות פיסיקלית.

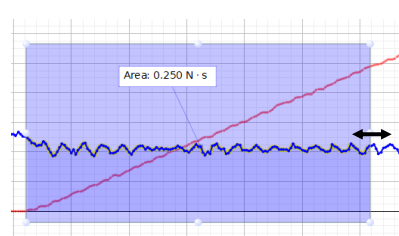
5. בחרו את גרף המהירות (הקליקו במקרא על סמל המהירות) והפעילו קורא קואורדינטות (4) (Coordinates/Delta Tool) (איור 7). גררו את קורא הקואורדינטות אל הגרף (הוא "יתמגנט" לגרף כשיתקרב אליו) והזיזו אותו לנקודה הקרובה ביותר לצלע הימנית של מלבן הבחירה (נוח לעשות זאת באמצעות חצי המקלדת) - איור 8ג'. וודאו שהצבע של קורא הקואורדינטות זהה לצבע גרף המהירות - אחרת קורא הקואורדינטות לא יהיה מקושר לגרף זה!

רשמו את גודל המהירות שהוקנתה לעגלה על ידי המתקף של $0.250 \text{ N} \cdot \text{m}$.

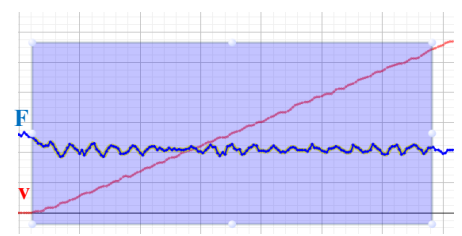
6. חזרו על סעיפים 2 - 5 עבור שאר המדידות.



ג



ב



א

איור 8

ניתוח תוצאות המדידות

1. בהסתמך על הביטוי שרשמתם בסעיף 5 של חלק "תיאור מערכת הניסוי ורקע עיוני", בנו ב-Excel גרף המתאר את הקשר בין גודל המהירות למסת העגלה. האם צורת הגרף שהתקבלה תואמת את השארתכם התיאורטית?

2. חישובו את הממוצע של מתקפי כוח המתיחות שפעלו בכל המדידות.

3. מצאו באמצעות הגרף את המתקף של כוח המתיחות הממוצע שפעל על העגלה בכל המדידות וחישבו את אחוז הסטייה של ערך זה מערך המתקף שחישבתם בסעיף (2).
4. ציינו את גורמי השגיאה האפשריים.