



תנועה שוות מהירות

רשימת הציוד

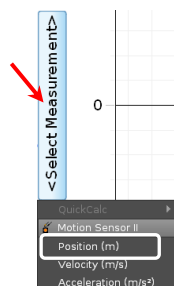
- עגלת דינמיקה
- מסילת PASCO
- מחסום מגנטי
- מחסום גומי
- ממשק PASCO
- חיישן תנועה PASCO



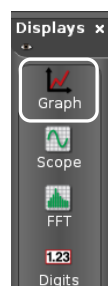
הכנת מערכת הניסוי

1. מפעילים את ממשק המערכת ומעלים תוכנת Capstone.
2. מגדירים בתוכנה את חיישן התנועה. לשם כך, לוחצים על צלמית **Hardware Setup** (מוקפת באיור 1) בסרגל **Tools**, מקליקים על ערוץ דיגיטלי 1 בתמונת הממשק (איור 1) ובוחרים ברשימת החיישנים את **Motion Sensor** (חיישן התנועה). סוגרים את **Hardware Setup** (לוחצים שוב על צלמית **Hardware Setup**).
3. מכינים מערכת צירים "מקום כתלות בזמן":

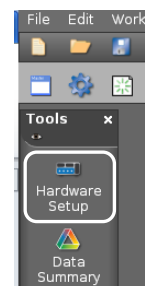
- א. מקליקים פעמיים על כותרת תצוגה **Graph** בסרגל **Displays** בחלק הימני של המסך (איור 2).
- ב. מקליקים על כותרת **<Select Measurement>** של הציר האנכי, וברשימה שתיפתח בוחרים מקום **(Position)** (איור 2).



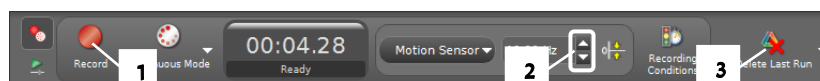
איור 2



איור 1



4. בסרגל **Controls** הנמצא בחלק התחתון של המסך מגדירים קצב דגימה של 40 Hz בעזרת החיצים (2) (איור 3).



איור 3

ביצוע המדידות

1. מניחים עגלה במרחק של כ-20 ס"מ מחיישן התנועה.
2. מריצים מדידות (לוחצים על צלמית (1) (איור 3) ונותנים תנופה קלה לעגלה כלפי המחסום המגנטי. כשהעגלה תחזור למקום השיגור אחרי ההתנגשות במחסום, עוצרים את המדידות (לוחצים שוב על צלמית (1)).
3. להתאמת קנה מידה של הצירים לגודל הגרף, לוחצים על צלמית (1) (איור 4) בסרגל הכלים של התצוגה.

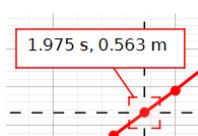
ניתוח תוצאות המדידות

1. בהסתמך על הגרף, קבעו מהו הכיוון החיובי של ציר המקום (מחיישן התנועה החוצה, או פנימה אל תוך החיישן). רשמו את תיאור התנועה של העגלה בכל אחד משלביה; יש להתייחס לכיוון התנועה ולסימן המהירות ביחס לכיוון החיובי של ציר המקום. למציאת הרגע בו העגלה שינתה את כיוון תנועתה היעזרו בקורא הקואורדינטות.

מציאת שוערי נקודה על גרף בעזרת קורא הקואורדינטות

- א. מקליקים על צלמית (5) (איור 4) בסרגל הכלים ובוחרים ברשימה את **Add Coordinates/Delta Tool** – יופיע ריבוע המקיף את אחת הנקודות של הגרף (קורא הקואורדינטות), כששוערי הנקודה רשומים לידו (איור 5).

- ב. אוחדים במרכז הריבוע במקש השמאלי של העכבר וגוררים אותו לנקודת הגרף הרצויה.



איור 5

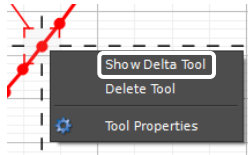


איור 4

2. בהיעזר ב-Delta tool, מצאו בגרף $x(t)$ את ההעתק הסופי של העגלה ואת הדרך שהעגלה עברה מתחילת תנועתה עד לעצירתה.

מציאת הפרשי שיעורים של שתי נקודות באמצעות Delta tool (איור 6)

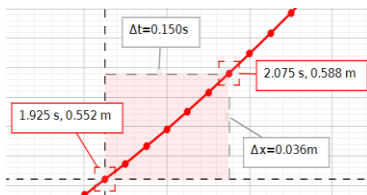
- ג. גוררים את קורא הקואורדינטות לאחת הנקודות מבין השתיים.
- ד. מקליקים עליו במקש הימני של העכבר ובחרים **Show Delta Tool** – יופיע מלבן הכלי כאשר אחת הפינות שלו נמצאת בקורא הקואורדינטות, והפינה הנגדית של המלבן נמצאת על אחת הנקודות של הגרף.
- ה. גוררים את הפינה הנגדית לנקודה השנייה – הפרשים של שיעורי הנקודות (אופקיים ואנכיים) יוצגו ליד צלעות המלבן.



אחרי שתרשמו את ההעתק ואת הדרך שעברה העגלה, אפשר להסתיר את Delta tool. לשם כך מקליקים במקש הימני של העכבר על קורא הקואורדינטות ומוחקים ברשימה שתפתח את סימון הכלי.

3. מצאו את מהירות העגלה בהתרחקותה מחיישן התנועה.

מציאת שיפוע קטע הגרף (איור 4)



איור 6

א. מפעילים את מלבן הבחירה באמצעות הקשה על צלמית (2) וגוררים אותו אל הגרף כך שיכיל את קטע הגרף הרצוי. מתאימים את רוחב המלבן אל קטע הגרף על ידי הזזת צלעותיו של המלבן.

ב. מוצאים את שיפוע קטע הגרף: מקליקים על צלמית (4) (המשולש ההפוך) וברשימה שתפתח בוחרים **Linear** – תוצג משוואת הקו.

מהי המשמעות של שיפוע הקטע?

אחרי מציאת השיפוע אפשר להעלים את קו הקירוב: מקישים שוב על צלמית (4) ומוחקים ברשימה את סימון הקו.

4. מצאו את מקומה ההתחלתי של העגלה בעזרת קורא הקואורדינטות.

5. רשמו את משוואת המקום של העגלה כתלות בזמן.

6. העתיקו למחברת את גרף המקום כתלות בזמן שהתקבל במדידות. סרטטו מתחת למערכת הצירים $x(t)$ מערכת צירים נוספת, $v(t)$, ובנו בה גרף המהירות כתלות בזמן המתאר את תנועת העגלה. הקפידו לסנכרן בין צירי הזמן של הגרפים $x(t)$ ו- $v(t)$: כל השנות המתאימות של צירי הזמן צריכות להיות אחת מתחת לשנייה (למשל, שנת של שתי שניות על ציר הזמן של הגרף $v(t)$ צריכה להיות מתחת לשנת של שתי שניות על ציר הזמן של הגרף $x(t)$).

7. לאימות צורת הגרף $v(t)$ שבניתם, הפיקו בתוכנה גרף המהירות כתלות בזמן שהתקבל במהלך המדידות.

להוספת מערכת צירים לדף עבודה מקליקים על צלמית (6) (איור 4).

במערכת הצירים שתתוסף הגדירו מהירות (Velocity) כמשתנה של הציר האנכי (הגדרת משתנה הציר הוסברה בפרק "הכנת מערכת הניסוי").

8. בהסתמך על הגרף $v(t)$ שהתקבל בתוכנה, מצאו את ההעתק הסופי של העגלה ואת הדרך שהיא עברה מתחילת התנועה עד לעצירתה.

מציאת שטח הכלוא בין גרף לבין הציר האופקי של מערכת הצירים

- א. מתאימים את מלבן הבחירה שפתחתם לפניכן, לקטע הרצוי בעזרת גרירתו של המלבן והזזת צלעותיו.
- ב. לוחצים על הכפתור (3) (איור 4) – ערכו המספרי של השטח יוצג על המסך.

מהי משמעות השטח?

9. הישוו את תוצאותיכם עם הערכים שקיבלתם בסעיף 2 של פרק זה.

בסיום הניסוי

- כבו את ממשק ה-PASCO,
- כבו את המחשב.