תנועה שוות תאוצה

רשימת הציוד

- עגלת דינמיקה
- מסילה עליה מותקן מד זווית
 - מחסום מגנטי
 - ממשק PASCO
 - חיישן תנועה 🔹
 - מגבה מעבדתי (ג'ק)



תיאור מערכת הניסוי

עגלת דינמיקה נעה במורד המסילה המשופעת ומתנגשת במחסום מגנטי. אחרי ההתנגשות במחסום, העגלה נרתעת ממנו ועולה במעלה המסילה (אך בגלל החיכוך אינה מגיעה למקומה ההתחלתי), שוב יורדת במורד המסילה – וכך הלאה, עד הדעיכה המוחלטת של תנועתה. מערכת מדידה ממוחשבת עוקבת אחרי תנועת העגלה.

הכנת מערכת הניסוי

- 1. מניחים מגבה מעבדתי (ג'ק) <u>במצב מקופל</u> מתחת לקצה המסילה עליו מותקן חיישן התנועה. מכוונים באמצעות הגבהת הג'ק את זווית שיפוע המסילה לכ-3°.
 - .Capstone ומעלים תוכנת PASCO מפעילים את ממשק .2
- (מוקפת Bardware Setup) מגדירים בתוכנה את חיישן התנועה. לשם כך, בסרגל Tools (משמאל) לוחצים על צלמית Hardware Setup (מוקפת באיור 1א'), מקליקים על ערוץ דיגיטלי 1 בתמונת הממשק (איור 1א') ובוחרים ברשימת החיישנים את חיישן התנועה (Motion Sensor).



איור 1

- 4. מחליפים את הכיוון החיובי של ציר המקום. לשם כך:
- א. לוחצים על מאפיינים (גלגלת שיניים עליה מצביע החץ באיור 1ב׳),
 - ב. בחלון שייפתח מסמנים "Change Sign" (איור וג׳).
- .5. סוגרים את Hardware Setup (לוחצים שוב על צלמית Hardware Setup).

- מכינים מערכת צירים "מקום כתלות בזמן": .6
- מקליקים פעמיים על כותרת תצוגה Graph בסרגל Displays (איור וד׳) בחלק הימני של המסך. א.
- (Position) מקליקים על כותרת <Select Measurement> של הציר האנכי, וברשימה שתיפתח בוחרים מקום ב. (איור 1ה').
 - ד. בסרגל Controls הנמצא בחלק התחתון של המסך מגדירים קצב דגימה של 40 Hz בעזרת הצלמיות (2) (איור 2).



ביצוע המדידות

כברירת מחדל, ראשית ציר המקום של חיישן התנועה נמצאת על פני המשטח המשדר. בניסוי זה יש להגדיר את ראשית ציר המקום בשנת "70 ס"מ" של סרגל המסילה. לשם כך מניחים את העגלה על המסילה כך שהדופן שלה <u>הפונה למחסום</u> תהיה מול שַנֵת "70 ס"מ", מחזיקים אותה במקום זה ולוחצים על צלמית (3) (איור 2).



איור 3

- הניחו את העגלה על המסילה. הרחיקו אותה מהמחסום, כך שצדה הפונה אל המחסום יימצא .1 <u>מול שַנַת "70 ס"מ"</u> של סרגל המסילה. החזיקו את העגלה באצבע (איור 3) (על מנת שהיד לא תהווה הפרעה לחיישן התנועה). הריצו מדידות על ידי לחיצה על צלמית (1) בסרגל Controls (איור 2) ושחררו את העגלה. אחרי שתי ירידות ועליות שלה עצרו את המדידות על ידי לחיצה חוזרת על צלמית (1).
 - להתאמת קנה מידה של הצירים לגודל הגרף, לחצו על צלמית (1) בסרגל הכלים של התצוגה הגרפית (איור 4). .2
 - שמרו את הפעילות (נתיב התיקיה לשמירה יינתן על ידי המורה). .3

ניתוח תוצאות המדידות

כתבו במחברת תיאור של תנועת העגלה בכל אחד משלביה: התייחסו לגודל מהירותה (קטן/גדל/לא משתנה) ולסימני .1 המהירות והתאוצה ביחס לכיוון החיובי של ציר המקום.

האם סימן שלילי של תאוצה אומר בהכרח שמהירות קטנה? נמקו את תשובתכם (כתבו הסבר במחברת).

בעזרת קורא הקואורדינטות אתרו את הרגעים בהם העגלה שינתה את כיוון תנועתה. .2

מציאת שוערי נקודה על גרף בעזרת קורא הקואורדינטות

- 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) , כששיעורי הנקודה רשומים לידו (איור 5).
 - אוחזים במרכז הריבוע במקש השמאלי של העכבר וגוררים אותו לנקודת הגרף ששיעוריה רוצים למצוא.



מדדו בסרגל את המרחק בין שֵנֵת "70 ס"מ" לבין המחסום ורשמו את תוצאת .3 המדידה. כעת היעזרו ב-Delta Tool ומצאו בעזרת הגרף (x(t) את העתק העגלה בירידתה הראשונה.

(איור 6) <u>Delta tool מציאת הפרשי שיעורים של שתי נקודות באמצעות</u>

- גוררים את קורא הקואורדינאטות לאחת הנקודות מבין השתיים.
- Show Delta Tool מקליקים עליו במקש הימני של העכבר ובוחרים .7 יופיע מלבן הכלי כאשר אחת הפינות שלו נמצאת בקורא הקואורדינאטות, והפינה הנגדית - על אחת הנקודות של הגרף.
- גוררים את הפינה הנגדית לנקודה השנייה מבין בשתיים הפרשים של .1 שעורי הנקודות (אופקיים ואנכיים) יוצגו ליד צלעות המלבן.

מדוע, לדעתכם, המדידות בסרגל וב- Delta Tool אינן תואמות זו לזו?

- אתרו בגרף (x(t) את הרגעים בהם מהירות העגלה הייתה מקסימלית ומינימלית .4 במהלך תנועתה (היעזרו בקורא הקואורדינטות). נמקו את תשובתכם וכתבו אותה במחברת.
- העתיקו למחברת את גרף המקום כתלות בזמן שהתקבל במדידות, עבור שני .5 מחזורי התנועה (ירידה ועליה) הראשונים של העגלה. סרטטו מתחת למערכת



5 איור





צירים זו שתי מערכות צירים נוספות - (a(t), v(t), <u>הקפידו לסנכרן בין צירי הזמן של כל מערכות הצירים</u>: כל השנתות המתאימות של צירי הזמן צריכות להיות אחת מתחת לשנייה (למשל, שנתות של 2 שניות של כל מערכות הצירים אמתאימות להיות אחת מתחת לשנייה). בנו גרפים של מהירות ותאוצה כתלות בזמן.

6. על מנת לאמת את הגרף v(t) שבניתם, הפיקו בתוכנה גרף המהירות כתלות בזמן שהתקבל במהלך המדידות.

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

7. באמצעות הגרף v(t) שהופק בתוכנה, מצאו את תאוצת העגלה בירידתה הראשונה במסילה.

<u>מציאת שיפוע קטע הגרף</u> (איור 4)

- א. מפעילים את מלבן הבחירה באמצעות הקשה על צלמית (2) וגוררים אותו אל הגרף כך שיכיל את קטע הגרף הרצוי. מתאימים את רוחב המלבן לקטע הגרף על ידי הזזת צלעותיו של המלבן.
- Linear ב. מוצאים את שיפוע קטע הגרף: מקליקים על צלמית (4) (המשולש ההפוך) וברשימה שתיפתח בוחרים Linear תוצא משוואה של קו ישר.

רשמו את משוואות המקום והמהירות של העגלה כתלות בזמן עבור ירידת העגלה הנ״ל. למציאת המהירות ההתחלתית והמקום ההתלתי של העגלה היעזרו בקורא הקואורדינטות.

8. מצאו באמצעות הגרף v(t) את העתק העגלה <u>בירידתה הראשונה במסילה</u>.

מציאת שטח הכלוא בין גרף לבין הציר האופקי של מערכת הצירים

- א. גוררים את מלבן הבחירה שנפתח לפניכן לקטע מתחתיו רוצים למצוא את השטח. מתאימים את המלבן לרוחב הקטע בעזרת הזזת צלעות המלבן.
 - ב. לוחצים על הכפתור (3) (איור 4) יוצג ערכו המספרי של השטח.

.x(t) הישוו את התוצאה עם זו שהתקבלה במדידה ב- Delta Tool בגרף

בסיום הניסוי

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