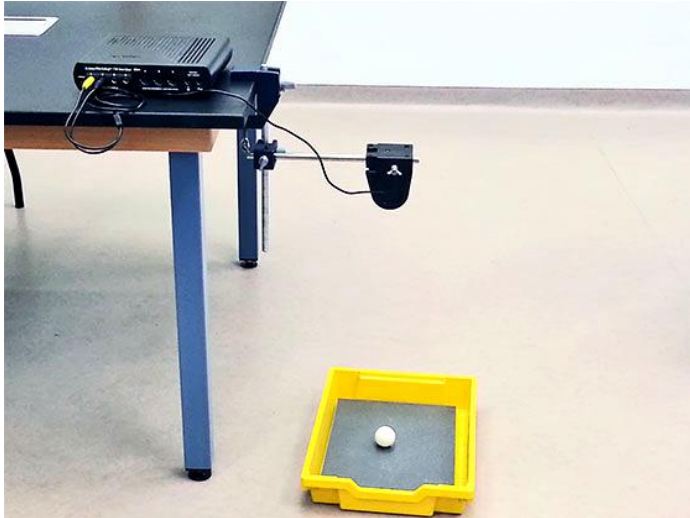


תנועה של כדור מנתר



מטרת הניסוי

- הערכה של תאוצת הנפילה החופשית
- בדיקת השפעת התנגדות האוויר על תנועת הכדור

רשימת הציוד

- ממשק PASCO
- חיישן התנועה
- 2 מוטוט באורך של כ-0.5 מטר
- מחבר שולחני
- מחבר 90°
- מגש עם קרש בפנים
- כדור פינג-פונג

הכנת המערכת

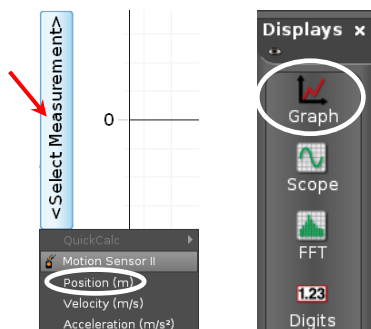
1. כוון את הטיית חיישן התנועה ל- 90° . העבר את המחלף בראש החיישן למצב "אלומה רחבה" (בסוגים שונים של חיישני תנועה מצב "אלומה רחבה" מסומן כ- או כ-).
2. חבר את התקע הצהוב של חיישן תנועה לערוץ הראשון של DIGITAL CHANNELS ואת התקע השחור – לערוץ השני והפעל את ממשק המערכת.
3. העלה את תוכנת Capstone ולחץ על כפתור Hardware Setup (סרגל Tools, בחלק השמאלי של המסך).



תרשים 1

- הקלק על ערוץ דיגיטלי 1 בתמונת הממשק (תרשים 1) ובחר את חיישן התנועה (Motion Sensor). לחץ שוב על כפתור Hardware Setup כדי לסגור את הגדרות החומרה.

4. הכן מערכות צירים "מקום כתלות בזמן" ו"מהירות כתלות בזמן". פעל באופן הבא:



ב

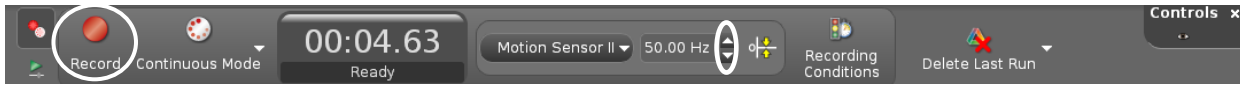
תרשים 2

א


- א. הקלק פעמיים על כותרת תצוגה Graph בסרגל Displays מימין (תרשים א2) – בדף חוברת העבודה תיפתח תצוגה גרפית (מערכת צירים).
- ב. הקלק על כותרת הציר האנכי <Select Measurement> ובחר מקום (Position) מתוך הרשימה (תרשים ב2).
- ג. הוסף מערכת צירים - לחץ על הכפתור בסרגל הכלים של התצוגה הגרפית, והגדר מהירות (Velocity) בציר האנכי.
5. הגדר את קצב דגימה של 50 Hz בסרגל התחתון Controls, ע"י לחיצות על החצים המוקפים בתרשים 3.

ביצוע הניסוי

1. הרחק מאזור המדידה את כל החפצים (תיקים, כסאות וכו'), והשתדל לעמוד רחוק ככל האפשר מחיישן התנועה. החזק כדור ביד מושטת בדיוק מתחת לחיישן במרחק של כ-20 ס"מ ממנו. הרץ מדידות (לחץ על כפתור הקלטה Record בסרגל Controls (תרשים 3)) ושחרר בעדינות את הכדור. אחרי מספר ניתורים, עצור מדידות (לחץ שנית על אותו הכפתור).





תרשים 3

1. אם המערכת הממוחשבת לא קלטה ללא הפרעות לפחות 3 ניתורי הכדור הראשונים, חזור על המדידות.
2. להתאמת קנה המידה של הגרף לגודל התצוגה, לחץ על הכפתור  בסרגל הכלים של התצוגה הגרפית (הראשון משמאל).

ניתוח תוצאות המדידות

התמקד בגרף המהירות כתלות בזמן

1. סמן קטע הגרף המתאר את תנועת הכדור כלפי מעלה אחרי הניתור הראשון. לבחירת הקטע, הקלק על כלי בחירה  בסרגל הכלים של התצוגה הגרפית – באזור הגרף יופיע מלבן שצבעו תואם את צבע הגרף. גרור את המלבן אל הקטע, והתאם את מידותיו של המלבן לקטע זה באמצעות הזזת צלעותיו.
2. מצא את שיפוע הקטע. לשם כך, לחץ על המשולש הקטן הנמצא מימין מהכפתור  בסרגל הכלים של התצוגה הגרפית, ובחר **Linear** מתוך רשימת הפונקציות. במקרא קו המגמה תמצא את מאפייני הקו, כאשר m הוא שיפועו.
3. מצא את שיפוע הקטע המתאר את תנועת הכדור כלפי מעלה אחרי הניתור השני של הכדור.
4. חשב את הערך הממוצע של השיפועים שמצאת. מה הוא מייצג?
5. חזור על הפעולות שתוארו בסעיפים 1-4 עבור תנועת הכדור כלפי מטה (אחרי שהוא מגיע לשיא הגובה בפעמים הראשונה והשנייה).
6. חשב את תאוצת הנפילה החופשית על סמך המדידות שביצעת, וחשב את השגיאה היחסית במדידותיך.

שאלות

1. הסבר מדוע תאוצת הכדור בתנועתו כלפי מעלה גדולה מהתאוצה בתנועתו כלפי מטה.
2. הערך באופן כמותי את ערך הכוח החיכוך הממוצע שפעל על הכדור במשך תנועתו. מסת הכדור היא כ-2.6 gr.
3. קבע את הכיוון חיובי של ציר המקום כלפי מעלה ואת ראשית הציר – על הרצפה. במערכת זו בנה במחברתך בקנה מידה גרף $x(t)$ עבור הנפילה והעליה הראשונות של הכדור (היעזר בנותני המדידות שהופקו על ידי המערכת הממוחשבת בגרף המקום כתלות בזמן). סמן בגרף את הנקודות בהן:
 - א. הכדור נותר מהרצפה
 - ב. הכדור הגיע לשיא הגובה
4. הוסף לגרף שבנית את ציר המהירות ובנה גרף $v(t)$ כך שיהיה מסונכרן בזמן עם גרף המקום שבנית.
5. חיישן התנועה הינו חיישן חד-מימדי באמצעותו אפשר למדוד מרחקים רק לאורך קווים ישרים. כשהכדור מנתר מהרצפה שאינה אופקית לחלוטין, אחרי מספר ניתורים הוא "בורח הצידה". כיצד הדבר עלול להשפיע על מדידות המקום והמהירות?