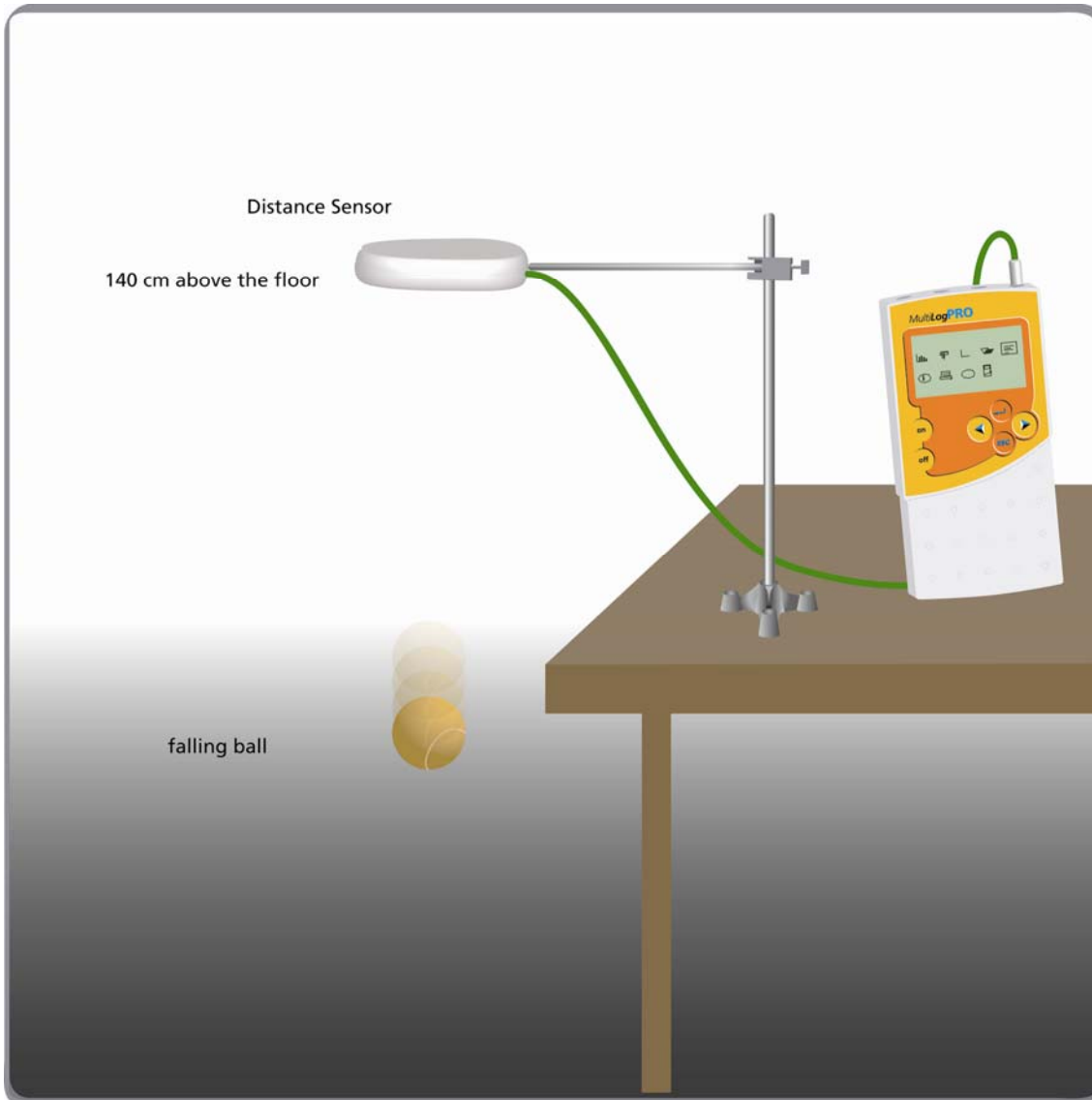


מידת תאוצת הנפילה החופשית עם חיישן מרחק



תרשים 1


מבוא

גוף נופל נפילה חופשית נע בתאוצה קבועה (בהזנחת החיכוך עם האוויר). גודל התאוצה הנפילה החופשית אינו תלוי במסת הגוף או בצורתו. בניסוי זה אנו מודדים את g , תאוצת הנפילה החופשית. בניסוי אנו משתמשים בחיישן מרחק המודד את מיקומו של הגוף. החיישן שולח פולס על-קולי, בעל מהירות ידועה, הפוגע בגוף ומוחזר. אוגר הנתונים מודד את הזמן שלוקח לפולס להגיע לגוף ולחזור לחיישן, וכך המערכת קובעת את מיקומו של הגוף.


רשימת הציוד

- MultiLogPRO או TriLink
- יש לחבר את ה- MultiLogPRO לרשת החשמל באמצעות ספק המתח AC/DC כיוון שצריכת הזרם של חיישן המרחק גבוהה
- חיישן מרחק
- כדור פינג-פונג
- כן ואוחז להחזקת חיישן המרחק

בניית מערכת הניסוי


1. חבר את ה- MultiLogPRO ליציאה הטורית או לכניסת USB של המחשב ולמקור המתח.
2. הדלק את ה- MultiLogPRO.
3. חבר את חיישן המרחק לכניסה 1 (I/O-1) של ה- MultiLogPRO.
4. הרכב את הציוד כמוראה בתרשים 1:
- הצב את חיישן המרחק בקצה של שולחן, מופנה כלפי מטה ובמרחק של כ- 1 מטר מהרצפה. ניתן לבצע את הניסוי גם על שולחן בעזרת כן מספיק ארוך (כ- 90 ס"מ). לכל אורך הניסוי, המרחק המינימאלי בין הכדור לחיישן חייב להיות 40 ס"מ.
5. הפעל את תוכנת ה- MultiLab.
6. פתח את **אשף האתחול**  בסרגל הכלים העליון והגדר את מערך המדידה לפי הפרוט הבא.

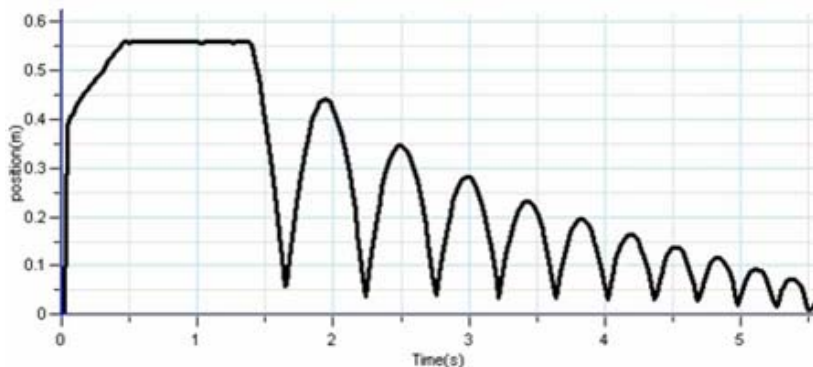
אתחול תוכנת ה- MultiLogPRO

חיישן	כניסה – I/O-1	מרחק
		הגדרות החיישן  : מרחק מתקרב קבע כנק' אפס < 0 סמן אפס קריאה נוכחית
קצב מדידה		25 דגימות לשנייה
זמן דגימה		20 s (500 דגימות)




הערה: במצב הזה הראשית הצירים הוא המשטח עליו מנתר הכדור וכיוון מעלה מוגדר חיובי.

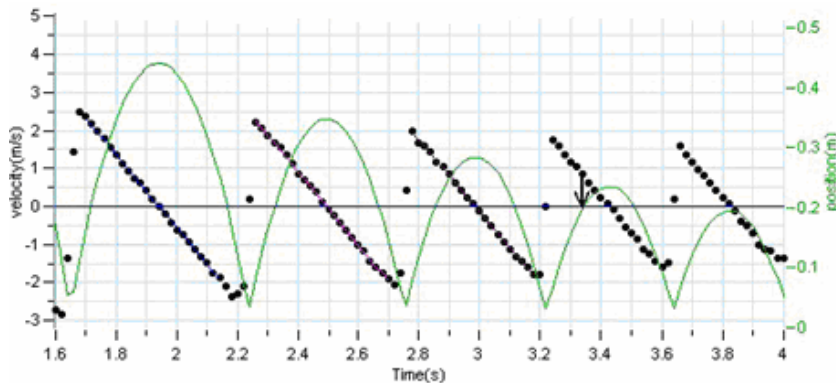
מהלך הניסוי

1. החזק את כדור הפינג-פונג מתחת לחיישן.
2. לחץ על **התחל**  בסרגל הכלים העליון כדי להתחיל את המדידה.
3. שחרר את הכדור. גרף העתק הכדור כתלות בזמן יופיע אוטומטית על המסך. הכדור יקפוץ מספר פעמים לפני סוף המדידה. דוגמא לתוצאות המתקבלות בניסוי זה מופיעה בתרשים 2.






תרשים 2

4. שמור את תוצאותיך. לחץ על שמור  בסרגל הכלים העליון.
5. המהירות היא הנגזרת של ההעתק כפונקציה של הזמן:
סמן את גרף המיקום כתלות בזמן בעזרת לחיצה על **הצג סמן ראשון**  שבסרגל הכלים התחתון.
- לחץ על **נגזרת**  שבסרגל הכלים העליון על מנת לקבל גרף של המהירות כפונקציה של הזמן.
6. דוגמא לתוצאות המתקבלות בניסוי זה בתרשים 3.



תרשים 3

7. על מנת לחשב את התאוצה:

- א. על גרף המהירות כתלות בזמן בחר שתי נקודות מרוחקות בקטע הירידה הראשון של הכדור בעזרת הצג סמן ראשון  והצג סמן שני  שבסרגל הכלים התחתון.
- ב. התאם לקטע הזה קירוב ליניארי על ידי לחיצה על קירוב קו ישר  שבסרגל הכלים העליון. גרף הקירוב הליניארי יופיע על גרף המהירות והנוסחה שלו בתחתית חלון הגרף. שיפוע בנוסחת הקו הישר היא התאוצה הנפילה החופשית.
8. חזור על סעיף 6 עבור אחת הקפיצות האחרות של הכדור.
9. מהי השגיאה היחסית במדידת התאוצה הנפילה החופשית?


הצעות נוספות

- התאוצה היא הנגזרת של גרף המהירות כפונקציה של הזמן. על מנת להציג את גרף התאוצה:
1. הסתר את גרף ההעתק כתלות בזמן על ידי לחיצה אחת על גרף ההעתק במפת הנתונים.
 2. סמן את גרף המהירות בעזרת הצג סמן ראשון  שבסרגל הכלים התחתון, ולאחר מכן לחץ על נגזרת  שבסרגל הכלים העליון.
 3. נתח את הגרף שהתקבל ובדוק האם התאוצה קבועה והאם ערכה כערך התאוצה הנפילה החופשית. (מכיוון שמדובר בנגזרת שנייה של תוצאות המדידה הגולמיות, קרוב לוודאי שיופיעו בגרף "רעשי רקע". כדי להקטין את רעשי הרקע, יש "להחליק" את הגרף: סמן את גרף התאוצה ע"י לחיצה על הצג סמן ראשון  שבסרגל הכלים התחתון ולאחר מכן על יותר החלקה  שבאותו סרגל).


4. ניתן לבדוק האם גרף המיקום כתלות בזמן עבור קפיצה אחת הוא פרבולה כפי שהתיאוריה מנבא:

א. סמן שתי נקודות על גרף המיקום כתלות בזמן, באחת מה"קפיצות" של הכדור, בעזרת

הצג סמן ראשון  והצג סמן שני  שבסרגל הכלים התחתון

ב. לחץ על אשף עיבוד נתונים  שבסרגל הכלים העליון, בחר "פולינום", סמן בתחתית החלון הצג משוואת קירוב ולחץ על אישור. העובדה שהתאמה כזאת אפשרית מצביעה על כך שהפרבולה היא הצורה הנכונה של הגרף. נוסחת הפרבולה תופיע בתחתית חלון הגרף; ערכי המקדמים הם: המקדם של x^2 הוא מחצית התאוצה שהיא במקרה זה התאוצה הנפילה החופשית, המקדם של x מיצג את המהירות ההתחלתית של הכדור והמקדם החופשי הוא המיקום ההתחלתי של הכדור.


5. שחרר את הכדור מגבהים שונים. השווה את התאוצות ואת זמני הנפילה (זמן הנפילה אמור להיות פרופורציוני לשורש הריבועי של הגובה) בגבהים השונים.


6. ניתן לבדוק כיצד משתנה גרף מיקום הכדור הנופל כתלות בזמן במקרה שבו כיוון התנועה מטה נקבע כחיובי (בחלון הגדרות החיישן  ניתן לקבוע את כיוון החיובי של הציר התנועה).


הסמן: ניתן להציג, לכל היותר, שני סמנים על גרף בו-זמנית.


ניתן להשתמש בסמן הראשון כדי להציג ערכים בודדים שנמדדו, או כדי לבחור גרף מסוים.

ניתן להשתמש בשני סמנים כדי להציג את ההפרש בין שני ערכים של קואורדינטות, או כדי לבחור טווח מסוים של מדידות.

הצגת הסמן הראשון: לחץ פעמיים על ערך מסוים בגרף או לחץ על הצג סמן ראשון  שבסרגל הכלים התחתון. ניתן לגרור את הסמן, בעזרת העכבר, לערך אחר בגרף או לגרף אחר. לגרירה עדינה יותר ניתן להשתמש במקשי החיצים (ימינה ושמאלה) אשר במקלדת. ערכי הקואורדינטות של הנקודה הנבחרת יופיעו בתחתית חלון הגרף.

הצגת הסמן השני: לחץ פעמיים במקום כלשהו באזור הגרף או לחץ על הצג סמן שני  שבסרגל הכלים התחתון. המידע שיופיע יהיה ההפרש שבין שני ערכי קואורדינטות.

הסרת הסמנים: לחץ פעמיים במקום כלשהו באזור הגרף, או לחץ על הצג סמן ראשון  שבסרגל הכלים התחתון פעם שנייה.

הסרת הסמן השני: לחץ על הצג סמן שני  שבסרגל הכלים התחתון פעם שנייה.