

## חקירת תנועת מגנט במורד מסילת אלומיניום: מהלך הניסוי

מטרת הניסוי:



חקירת תנועת גליל מגנטי על גבי מסילת אלומיניום משופעת.

### רשימת הציוד

- לוח עץ מלבני, המהווה בסיס, שעל צדו האחד מסומן עיגול.
- בקצות הלוח מחוברת תושבת, אליה יש לחבר את לוח הפלסטיק בעל חמשת השלבים.
- מסילה מאלומיניום, שבקצה התחתון שלה מותקן מעצור. המסילה משמשת גם כסרגל.
- לוח פלסטיק בעל חמישה שלבים.
- גליל מתכתי מגנטי.
- גליל מתכתי קטן, הדומה בצורתו לגליל המגנטי.
- מהדק משרדי, שימש להוצאת המגנט מתחתית המסילה.
- שעון עצר דיגיטלי (תוכלו להשתמש בטלפון הנייד).
- סרט מדידה או סרגל נפרד.

### הפעולות הנדרשות לפני בניית מערכת הניסוי:

- וודאו שהשולחן נקי מחפצים העשויים מברזל, אשר עלולים לשבש את הניסוי.
- וודאו שמסילת האלומיניום נקייה מגרגרים ומלכלוך.

### בניית מערכת הניסוי:

- א. הניחו את הבסיס על השולחן. הקפידו להניחו כך שהמדבקה תופנה כלפי מעלה.
  - ב. השחילו את לוח הפלסטיק בעל חמשת השלבים לתושבת בניצב לבסיס.
  - ג. הציבו את המסילה כך שהקצה עם המעצור יישען על העגול שבבסיס, והקצה האחר יונח על אחד השלבים שבלוח הפלסטי, כמתואר בתצלום.
- לפניכם סרטון וידיאו קצר, בו מדגים המורה דני עובדיה את שלבי הרכבת המערכת.



## חלק א: ניסוי מקדים - חקירת תנועתו של מגנט במורד המסילה

### שאלה 1

- בחלק זה של הניסוי תבחנו את תנועת המגנט על גבי המסילה המשופעת.
- שחררו את המגנט מנקודה כלשהי על המסילה, עד אשר ייעצר במעצור, שבקצה המסילה. כדי להוציא את המגנט מן המסילה תוכלו להיעזר במהדק המשרדי.
  - לאחר מכן, חזרו על הפעולה עם הגליל המתכתי (שאינו מגנטי).
  - תארו במילים את ההבדל בין תנועת המגנט לבין תנועת הגליל המתכתי במורד המסילה. העלו השערה: ממה נובע הבדל זה?

### תשובה:

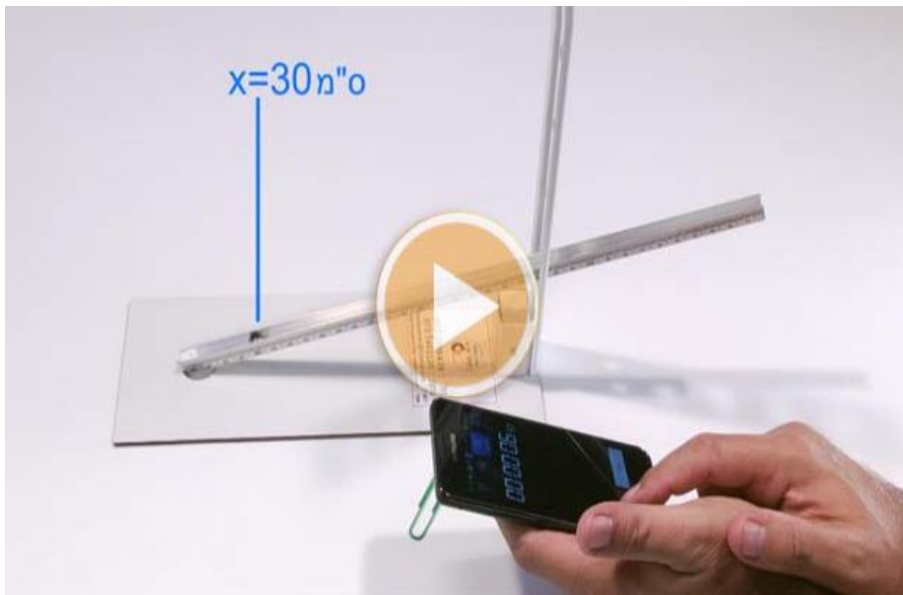
במערכת הניסוי ניתן לשנות את זווית המסילה ואת המקום, ממנו משחררים את המגנט. על סמך התבוננות בלבד בתנועת הגליל במורד המסילה, קשה לקבוע את סוג התנועה שהגליל מבצע (האם מדובר בתנועה קצובה? תנועה בתאוצה קבועה? תנועה בתאוצה משתנה)? בחלק זה של הניסוי ננסה לקבוע מה סוג התנועה שמבצע הגליל המגנטי.

## ביצוע הניסוי (חלק א)

- שחררו את המגנט מהקצה העליון של המסילה, בלי לשנות את הגובה ההתחלתי  $h$ .
- מדדו את  $t$ , משך תנועתו של המגנט עד לנקודה מסוימת על המסילה (ששיעורה  $x$  לבחירתכם. למשל  $x=30\text{cm}$ ).
- חזרו על מדידה זו 3-4 פעמים.
- את ערכו של פרק הזמן  $t$  חשבו כממוצע של המדידות הללו.
- לזרו על השלבים הקודמים עבור נקודות נוספות (למשל  $x=10\text{cm}$ ,  $x=15\text{cm}$ ,  $x=25\text{cm}$ ,  $x=20\text{cm}$ ).
- בקובץ אקסל הכינו טבלה, המרכזת את תוצאות המדידה שלכם. הקפידו לציין את יחידות המידה ותנו כותרת לטבלה. לפניכם דוגמה לטבלה כזו:

כותרת לטבלה					
					מיקום X [...]
					זמן t [...]- מדידה #1
					זמן t [...]- מדידה #2
					זמן t [...]- מדידה #3
					זמן t [...]- מדידה #4
					זמן t [...]- ממוצע מדידות

תוכלו לצפות בסרטון הבא, בו מדגים המורה דני עובדיה חלק זה של הניסוי:



### שאלה 2

בניסוי זה המשתנה התלוי הוא (בחר בתשובה הנכונה):

- הזמן
- מיקום הגוף
- המרחק  $X$

### שאלה 3

על פי נתוני הטבלה, צרו דיאגרמת פיזור של זמן התנועה כפונקציה של המיקום.

- הקפידו על הוספת כותרת לגרף, שמות לצירים ויחידות מידה.
- הוסיפו לדיאגרמת הפיזור את העקומה המתאימה לה ביותר, כולל רישום הפונקציה המתמטית.

### שאלה 4

יחידות המידה של השיפוע הן: (בחרו בתשובה הנכונה):

- סנטימטר לשנייה
- סנטימטר לשנייה בריבוע
- חסר יחידות מידה
- סנטימטר
- שניה בריבוע לסנטימטר
- שנייה לסנטימטר
- שנייה

**שאלה 5**

ציינו את הגודל הפיסיקלי שמיוצג על ידי שיפוע הקו בגרף. חשבו את מהירות המגנט.

**תשובה:**

**שאלה 6**

סמנו את התשובה, המתארת נכונה את תנועת המגנט במורד המסילה, לאחר שעבר מרחק של כמה סנטימטרים מנקודת השחרור ועד הגיעו למעצור.

- תנועה במהירות קבועה
- תנועה בתאוצה הגדלה בהדרגה
- תנועה בתאוצה הקטנה בהדרגה
- תנועה שוות תאוצה.

**שאלה 7**

מהו גודלו של הכוח השקול הפועל על המגנט? הסבירו.

**תשובה:**

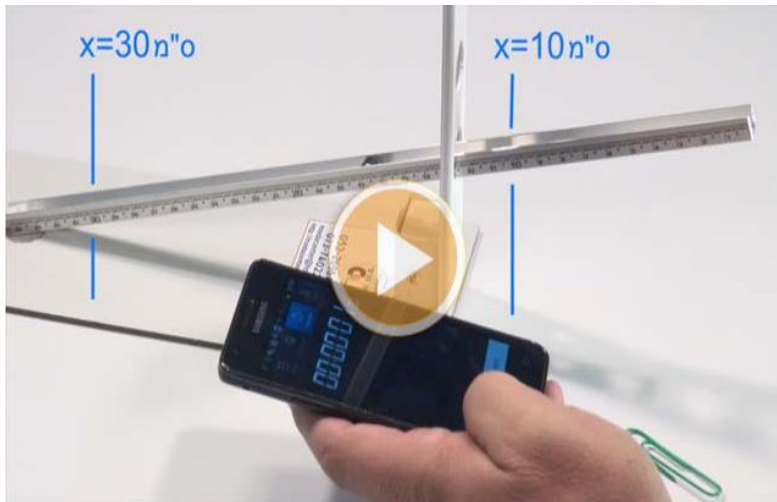
## חלק ב: חקירת התלות של מהירות המגנט בזווית המסילה

בחלק הקודם של הניסוי, גילינו מהו סוג התנועה של המגנט על גבי מהמסילה המשופעת. בחלק זה של הניסוי נבחן את הקשר בין מהירות המגנט לבין זווית ההטייה של המסילה, שמשפיעה על הגובה ההתחלתי של המגנט.

- א. בחרו שתי נקודות כלשהן, על הסרגל של מסילת האלומיניום. הגדירו אותן כ  $x_1$  ו  $x_2$  (גדולים מאפס. למשל  $x_1=10\text{cm}$ ,  $x_2=30\text{cm}$ ). אלו הן הנקודות שבהם תמדדו את פרק הזמן  $\Delta t$  שבמהלכו נע המגנט מ  $x_1$  ל  $x_2$ .
- ב. באמצעות סרגל נוסף, רשמו את גובה קצה המסילה. זכרו לרשום יחידות מידה בהתאם. תארו כיצד מדדתם גובה זה, מהו מישור הייחוס לתחילת המדידה (ממישור השולחן, ממישור הבסיס, ביחס לרצפת המעבדה וכדו'). בעזרת אורך מסילת האלומיניום חשבו את זווית השיפוע.
- ג. שחררו את המגנט מהקצה העליון של המסילה.
- ד. בקובץ האקסל בו צרו טבלה חדשה, בהתאם לדוגמה המוצעת בהמשך.
- \*  $\alpha$ : זווית השיפוע ביחס לשולחן של המסילה.
- \*  $x_1, x_2$ : הערכים שבחרתם עבור המיקום ההתחלתי והסופי.
- \*  $\Delta x = x_2 - x_1$ : ההעתק של המגנט
- \*  $\Delta t$ : פרק הזמן הנמדד (אותו תמדדו מספר פעמים ותחשבו את הממוצע בין המדידות).
- ה. חשבו את מהירות המגנט  $v$  במהלך תנועתו מ  $x_1$  ל  $x_2$  ורשמו גם את ערכה בטבלה.
- ו. הוסיפו לכל אחד מהערכים בטבלה את היחידות המתאימות.
- ז. חזרו על הפעולות והמדידות שמפורטות בסעיף א' לעיל עבור ארבעה גבהים נוספים. רשמו את תוצאות המדידות והחישובים בטבלה. דוגמה לטבלה:

טבלה 2: תוצאות של מדידות ושל חישובים

זווית - $\alpha$ [ ]	המיקום של $x_1$ [ ]	המיקום של $x_2$ [ ]	ההעתק - $\Delta x$ [ ]	פרק הזמן - $\Delta t$ (ממוצע מדידות) [ ]	המהירות - $v$ [ ]



תוכלו לצפות בסרטון הבא, בו מדגים המורה דני עובדיה את ביצוע החלק הזה של הניסוי:

### שאלה 8

#### הצגת הנתונים בגרף:

שרטטו (בגיליון האקסל) דיאגרמת פיזור של מהירות המגנט  $v$  כפונקציה של כפונקציה של הזווית  $\alpha$ .

- הוסיפו לדיאגרמת הפיזור את הישר המתאים לה ביותר.
- הוסיפו לגרף כותרת מתאימה וכותרות (כולל יחידות מידה) לשני הצירים.

### שאלה 9

בהסתמך על הגרף:

- א. תארו מילולית: מהו סוג הקשר בין מהירות המגנט  $v$  לבין הזווית  $\alpha$ ?
- ב. מה ניתן לומר על גודלו של שקול הכוחות על המגנט כתלות בגובה המסילה?

### תשובה:

### שאלה 10

- בכל שלב בניסוי זה, הכוח המעכב היה שווה בגודלו לכוח שגרם לתנועה. הכוח הגורם לתנועה הינו רכיב המשקל המקביל למסילה,  $(mgs \sin \alpha)$  אשר נמצא ביחס ישר לסינוס הזווית. ככל שהזווית גדלה כך גדל / קטן הכוח הגורם לתנועת המגנט כלפי מורד המסילה.
- תוצאות הניסוי הראו כי ככל שזווית ההטיה גדלה, כך גדלה / קטנה המהירות הקבועה של המגנט על גבי המסילה.
- מחוק שני של ניוטון, כאשר גוף נע במהירות קבועה תאוצתו חיובית / שלילית / שווה לאפס לכן, בכל שלב של הניסוי הכוח המעכב היה קטן בגודלו לכוח / שווה בגודלו לכוח / גדול בגודלו לכוח הגורם לתנועה.
- מכך נוכל להסיק כי הכוח המעכב גדל / קטן / נשאר קבוע בגודלו ככל שהזווית גדלה.