

החוק השני של ניוטון

מטרות

- 1) חקירת הקשר בין התאוצה לכוח השקול, כאשר מסת המערכת קבועה.
- 2) חקירת הקשר בין התאוצה למסה המערכת, כאשר הכוח השקול קבוע.

רשימת ציוד

מסילה+עגלת pasco

מתלה משקולות של 100[gr]

4 משקולות של 20[gr] כל אחת

2 משקולות של 500[gr] כל אחת

משקולת של 100[gr]

משקולת של 50[gr]

גלגילה

מוט להצמדת המסילה לשולחן+מלחציים

נייר דבק לקיבוע המגדל והמסילה

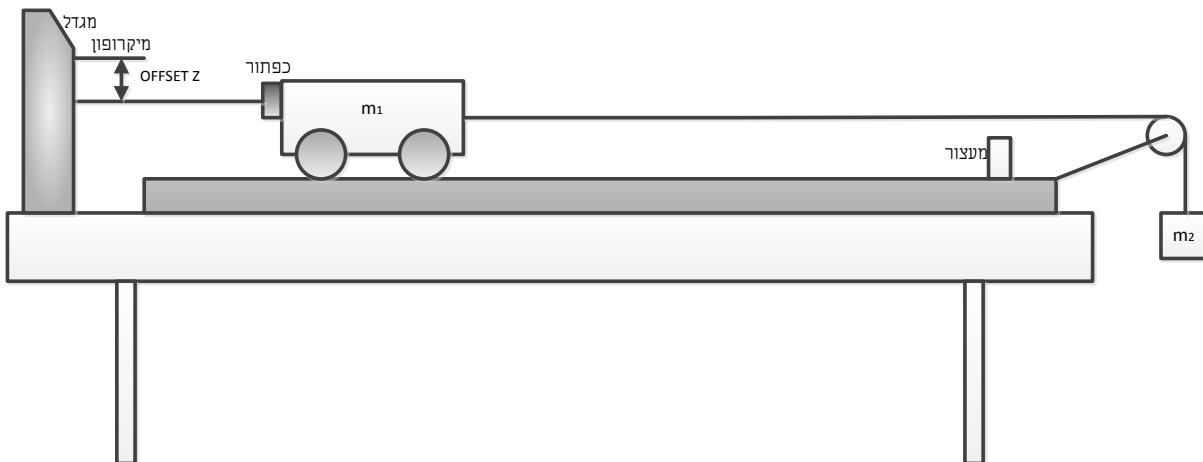
חוט

מאזניים

פלט

v-scope

תיאור המערכת



בניית המערכת

הציבו את המסילה על שולחן אופקי כך שהקצה ובו המעצור יהיה צמוד לקצה השולחן. כווננו את המעצור למרחק של כ-10 סמ' מקצה המסילה. את המסילה יש להצמיד לשולחן כדי למנוע זעזועים במהלך ביצוע המדידות, בעזרת מלחציים שיוצמדו אל קצה השולחן ויתחברו אל המסילה באמצעות המוט שמושחל דרך החור הייעודי למוט שבפיסת המתכת המצויה בצד המסילה. הצמדת הקצה השני יכולה להיעשות בעזרת נייר דבק. הקפידו על פילוס המסילה. (קיימת גלגלת שמאפשרת שינוי גובה הרגליות של המסילה)

הצמידו את הגלגילה בקצה המסילה ובנקודה מרכזית מבחינת רוחב המסילה. חברו באמצעות החוט את הזיז בקצה העגלה אל מתלה המשקולות. ודאו שאורך החוט הוא כזה, שכאשר תגיע העגלה אל המעצור שבקצה, יהיה מתלה המשקולות במרחק סנטימטרים ספורים מן הרצפה. חשוב מאוד להקפיד שהחוט יהיה מקביל לשולחן. (מדוע? 2- סיבות.....). ניתן לכוון את גובה הגלגילה באמצעות הציר שעליו היא יושבת.

הצמידו את בסיס הכפתור אל קצה העגלה. (השתדלו להצמיד את הכפתור במרכז).

הציבו את המגדל כך שהמרחק בין גלאי האולטרה סוני (המיקרופון) המצוי במגדל למשדר האולטרה סוני שמצוי בכפתור לא יקטן מ-20 סמ'. (תופעת ההד). כמובן שיש למרכז את המגדל ביחס לרוחב המסילה. (מדוע?)

שיקלו את העגלה עם הכפתור, את נושא המשקולות ואת כל שאר המשקולות ורשמו לפניכם את הערכים המתקבלים.

הערה: בתדריך זה העגלה וכל המסות עליה יסומנו כ- m_1 , ואילו נושא המשקולות וכל המסות עליו יסומנו כ- m_2 .

אתחול מערכת ה-v-scope

מדליקים את המעבד המתמטי. מפעילים את התוכנה v-scope for windows. בוחרים בתפריט הראשי SYSTEM ועוברים על כל תתי התפריט. יש לבחור מגדל אחד ולוודא שמערכת הצירים ברורה לכם. לא לשכוח למדוד את OFFSET Z ולעדכן אותו. (המרחק האנכי בין מרכז הכפתור למרכז המיקרופון שבמגדל). האם קיים OFFSET- Y? יש לבחור זמן דגימה של 30[ms], בחירת הכפתור תעשה כמובן באופן אוטומטי. קביעת ראשית הצירים תעשה על ידי בחירת DEFINE בתפריט ראשי ו-ORIGINE. בחלון שיפתח יש לבצע RESET ואחריו AUTOORIGIN.

בשלב הבא בוחרים את אופן ייצוג התנועה. חוזרים לתפריט ראשי אל DISPLAY. בחלון שנפתח בוחרים את המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שהוא הזמן לציר X. המשתנה התלוי יהיה המקום X שיוצג על ציר Y. נבחר BIG, LINE. אסור לשכוח לקבוע את הדיוק-PRECISION כ-3. (מדוע?)

עתה כשהמערכת מוכנה ניתן לבצע מדידה.

ביצוע הניסוי

חלק א'

בביטוי לתאוצה בניסוי זה (בהזנחת חיכוך) יש שני משתנים בלתי תלויים: הכוח השקול m_2g ו- המסה הכוללת של המערכת m_1+m_2 .

על מנת להשיג את מטרת הניסוי יש לעבוד בהתאם לעיקרון הפרדת המשתנים. כלומר, כדי לחקור את תלות התאוצה בכוח השקול m_2g , נשמור על המסה הכוללת קבועה.

כדי לבדוק את תלות התאוצה בשקול הכוחות, מעמיסים את העגלה בשתי המשקולות של -500[gr] וב-4 משקולות של 20[gr]. בכל ניסוי מעבירים משקולת של 20[gr] מן העגלה אל המתלה. בסה"כ מבצעים 5 מדידות! (הראשונה במצב שעל נושא המשקולות אין משקולת נוספת)

מבצעים מדידה 1: משחררים את המערכת ממנוחה, לאחר שנעלם שיעון החול והופך למגדל. זכרו: המערכת דוגמת בברירת המחדל שלה במשך 2 דקות! לכן השחרור יכול להיעשות בנחת. עוצרים את המדידה אחרי הפגיעה במעצור.

עוברים לגרף של $V_x(t)$, קוטמים את הקטע הרלוונטי ומוציאים את התאוצה בעזרת FIT FORMULA.

מעבירים מסה של 20[gr] מהעגלה אל נושא המשקולות וחוזרים על הניסוי.

האם יש חשיבות בניסוי זה למקום בו מצויה העגלה על המסילה בזמן בחירת נקודות הראשית? האם חשוב לשחרר את העגלה כל פעם בדיוק מאותה נקודה?

לא לשכוח לבטל TRIM DATA.

את התוצאות מרכזים בטבלה הבאה:

$$m_1 + m_2 = \text{---} [\text{kg}]$$

m_2 [kg]	$m_2 g$ [N] ($g=9.8[\text{m/s}^2]$)	a [m/s^2]
0.1		
0.12		
0.14		
0.16		
0.18		

עיבוד התוצאות - חלק א':

בנה בגיליון האלקטרוני EXCEL גרף פיזור של תאוצת המערכת a כתלות בכוח $m_2 g$.

הוסף קו מגמה לינארי. הצג את משוואת קו המגמה ואת הערך R^2 .

מהו שיפוע הגרף? ציין את ערכו המספרי ואת יחידותיו.

חשב את הערך הניסיוני של המסה הכוללת $m_1 + m_2$, מתוך שיפוע הגרף.

השווה בין הערך הניסיוני של המסה הכוללת לבין ערכה שנמדד מראש. מהי השגיאה היחסית?

מהי השפעת החיכוך על הגרף שקבלת? הסבר.

חלק ב'

בחלק זה בודקים את תלות התאוצה במסה, על ידי השארת הכוח השקול $m_2 g$ קבוע.

שינוי המסה של המערכת יעשה על ידי שינוי מסת העגלה.

בטבלה מופיעה הצעה לאופן שינוי מסת העגלה.

מבצעים 6 מדידות בעזרת מערכת ה-v-scope, ולכל מדידה מוצאים את התאוצה.

$$m_2=0.100[\text{kg}]$$

תיאור שינוי המסה של העגלה	$m_1[\text{kg}]$	$m_1+m_2[\text{kg}]$	$1/m_1+m_2 [1/\text{kg}]$	$a[\text{m/s}^2]$
עגלה+כפתור				
עגלה+כפתור +150[gr]				
עגלה +כפתור+500[gr]				
עגלה +כפתור+650[gr]				
עגלה+כפתור+1000[gr]				
עגלה+כפתור+1150[gr]				

עיבוד התוצאות - חלק ב'

בנה בגיליון האלקטרוני EXCEL גרף פיזור של תאוצת המערכת a כתלות בהופכי של מסת המערכת.

מדוע לא משרטטים גרף של התאוצה כתלות במסת המערכת? הסבר מהו אופי הגרף הצפוי ומדוע נדרשת לשרטט גרף של התאוצה כתלות בהופכי של מסת המערכת.

הוסף קו מגמה לינארי. הצג את משוואת קו המגמה ואת הערך R^2 .

מהו שיפוע הגרף? ציין את ערכו המספרי ואת יחידותיו.

מהו הערך הניסיוני של הכוח השקול? הסבר.

השווה בין הערך הניסיוני של המסה הכוללת לבין ערכה שנמדד מראש. מהי השגיאה היחסית?

מהי השפעת החיכוך על הגרף שקבלת? הסבר.

שאלות סיכום

1. מהי המסקנה מהניסוי?
2. מהם, לדעתך גורמי השגיאה האפשריים?
3. הסבר את המושג "הפרדת משתנים". מדוע הפרדת משתנים חשובה בכל ניסוי?
4. בניסוי שביצעת הנחת שתאוצות שני הגופים, עגלה ומתלה, זהות. האם זה נכון מבחינה וקטורית? האם זה נכון מבחינה סקלרית? הסבר.

עבודה נעימה!

רחל אלון