

הדיפת כיסא

דו"ח מעבדה בפיזיקה

תיקון בלייר רמת גן – י"ב 3



שם המגיש: אייל פיקז

שותף לניסוי: זיו פרלמוטר

שם המורה: שרון עצמן

תאריך: 15.10.24

מטרת הניסוי:

לניסוי יש 4 מטרות עיקריות:

1. חקירת תנועה בעזרת סרטון וידאו ותרשים עקבות של כיסא הנהדף על רצפה.
2. חקירת תנועה של גוף הנע בתאוצה.
3. מציאת מקדם החיכוך בין הכסא לרצפה.
4. מציאת הכוח שבו נהדף הכסא.

רקע תיאורטי:

חוקי ניוטון – שלושה חוקי פיזיקה שעוסקים בתנועת גופים שניים איזוק ניוטון.

החוק הראשון – קובע כי גוף יתמיד בתנועתו כל עוד לא פועלים עליו כוחות חיצוניים. כלומר, אם $\sum \vec{F} = \vec{a} = 0$ מיד.

החוק השני הוא מקרה פרטי של החוק השלישי (וורחב עליו מיד).

החוק השלישי – קובע כי קיימים יחסי ישר בין הכוח המופעל לבין התאוצה וקייםיחס הפוך בין מסת הגוף לתאוצה. כלומר, תאוצת הגוף פרופורציונלית לכוח השקול לכיוון, ותלויה גם במסה. $\vec{F} = m\vec{a}$

החוק השלישי – קובע כי במידה וגוף מפעיל כוח על גוף אחר, הגוף الآخر יפעיל כוח זהה בגודלו אך הפוך בכיוונו על הגוף הראשון. כלומר, $\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}$

תרשים כוחות – תרשימים שמתאר את כל הכוחות הפועלים על גוף במצב מסוים.

משוואות כוחות – משוואות המתארות את הכוחות הפועלים על גוף באמצעות חוקי ניוטון.

הכוח הנורמלי – כוח שפעיל משטח מסוים על גוף שפעיל עליו כוח בתקובה (במקרה זהה בתקובה לכוח שהcisא מפעיל על המשטח עקב כוח הכבידה).

כוח חיכוך – כוח הפועל כאשר יש מגע בין שני גופים. הכוח מתנגד בכיוונו לכוחות אחרים הפועלים במערכת (במידה ויש).

חיכוך סטטי – חיכוך בין שני גופים כאשר אין תנוצה ביניהם. גודלו אינו קבוע, אך במידה והוא החיכוך הסטטי המקיים (על ערך זה כבר מתקיימת תנוצה בין שני הגוף) ניתן ליחסו באמצעות הנוסחה

$$f_{smax} = \mu_s * N$$

μ_s הוא קבועannt הנקרא מוקדם החיכוך הסטטי והוא משתנה בין משטח למשטח.

חיכוך קינטי – חיכוך בין שני גופים כאשר יש תנוצה ביניהם. ניתן ליחסו באמצעות הנוסחה

$$f_k = \mu_k * N$$

μ_k הוא קבועannt הנקרא מוקדם החיכוך הקינטי והוא משתנה בין משטח למשטח.

תאוצה – קצב שינוי מהירות של גוף.

תנוצה בתאוצה – תנוצה שבה מהירות הגוף משתנה לאורכו זמן. במידה וההתאוצה חיובית, המהירות גדלה (במידה והמהירות שלילית אזי גודל המהירות קטן) ובמידה וההתאוצה חיובית, המהירות קטנה (במידה והמהירות שלילית אזי גודל

המהירות גדל). התאוצה יכולה להיות קבועה (כמו בתנועה שווה תאוצה) או משתנה.

בתנועה בתאוצה ישנו מספר גרפים עיקריים. גרף מוקם כתלות בזמן, גרף מהירות כתלות בזמן וגרף תאוצה כתלות בזמן. בניסוי נטמאך יותר בגרף מהירות כתלות בזמן, כאשר בגרף זה השיפוע הוא התאוצה. ניתן לראות זאת לפי המשוואות:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

כאשר ערך ה- y הוא המהירות וערך ה- x הוא הזמן.

מהלך הניסוי:

רשימת ציוד:

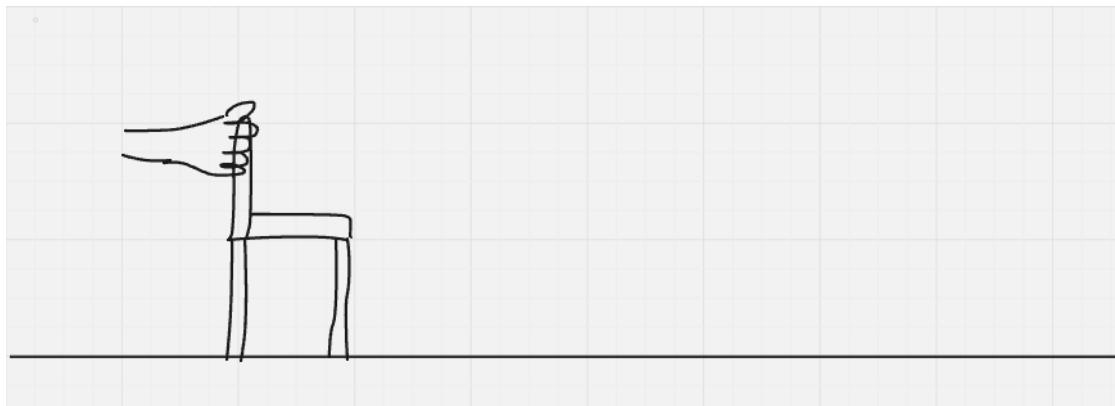
-סרטון יידאו המתאר תנועת כסא הנהדף על רצפה.

-מחשב עם תוכנה לעיבוד סרטוני יידאו.

-גילוון אלקטרוני (excel).

תיאור מערכת הניסוי:

בסרטון רואים כיסא שכותב לידי $g = 5.5 \text{ kg}$ (מדובר במשקל) ורוחבו הוא 40 ס"מ (0.4 מטר). רואים בסרטון אדם טובס את הכסא מאחור ודוחף אותו. הכסא נעה עד לעצירה מוחלטת.

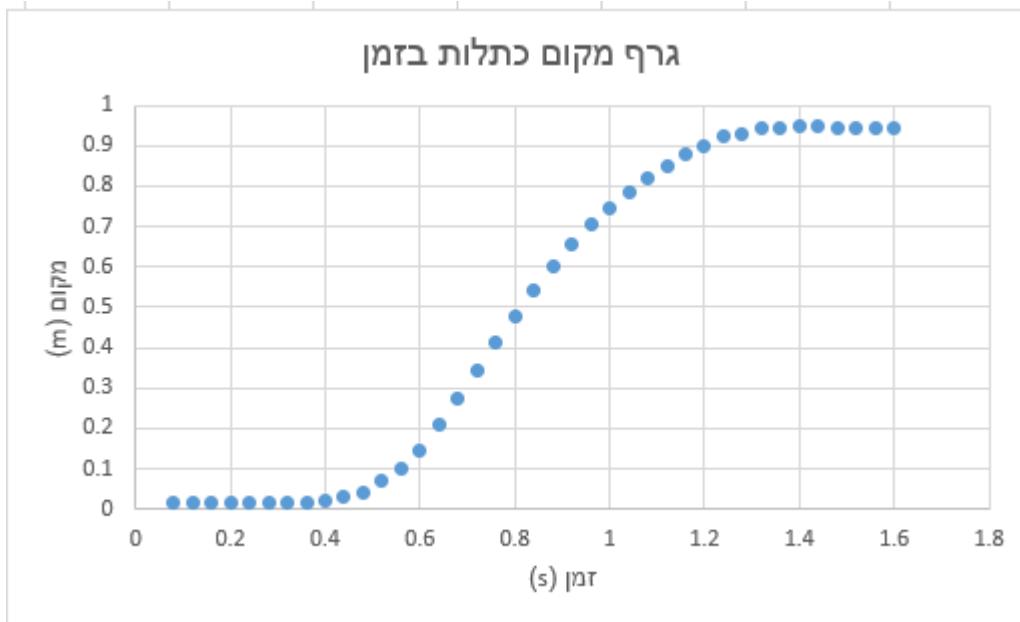


תיאור מהלך הניסוי:

כיוון שעוד לא ביצעת את הניסוי, את החלק הזה אני אשלים
בעתיד ועדכן את הדוח.

הציגת תוצאות הניסוי וניתוח התוצאות:

גרף מקום כתלות בזמן:



נקודות הפיתול משנה בין קעירות כלפי מעלה לקעירות כלפי מטה. כאשר הנגזרת השנייה חיובית, הגרף קעור כלפי מעלה וכאשר הנגזרת השנייה שלילית, הגרף קעור כלפי מטה. לפיכך, בנק' הפיתול(בערך 0.8 שניות) הנגזרת השנייה שווה ל-0. הנגזרת השנייה מיוצגת על ידי גרפ' תאוצה כתלות בזמן.

ניתן לראות זאת מפה:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

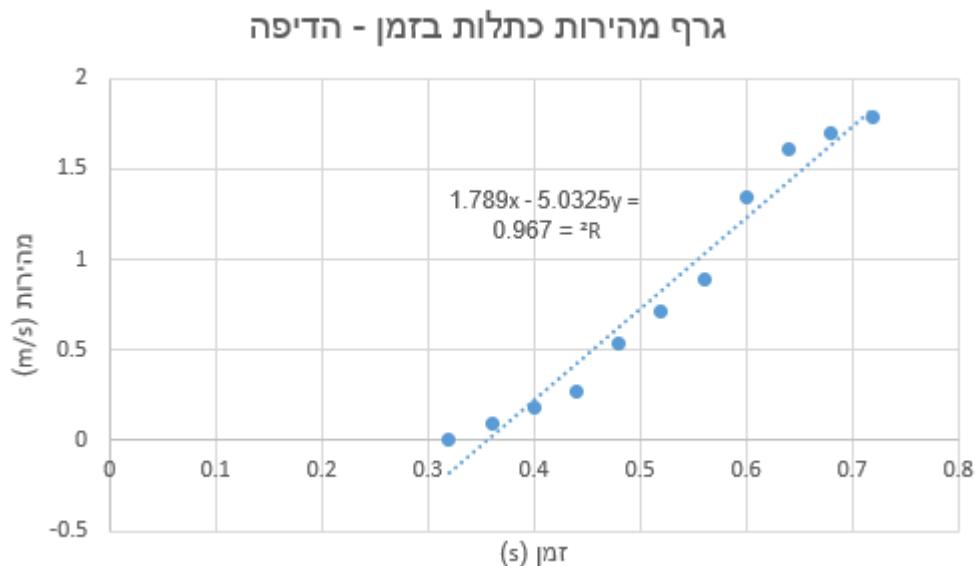
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

לפיכך, גרפ' המהירות כתלות בזמן הוא גרפ' הנגזרת של הגרף(בנוסף לכך, ברקע התיאורטי הוכח שהגרף תאוצה כתלות בזמן הוא הנגזרת של גרפ' מהירות כתלות בזמן).

משמעות, בנק' הפיתול התאוצה היא 0 מטרים לשנייה בריבוע. לפיכך, לפני נק' הפיתול התאוצה חיובית(התאוצה חיובית

כאשר הciesה נהדף) ולאחר מכן זו התאוצה שלילית(כאשר הכוח היחיד שפועל בציר האופקי הוא החיכוך הקינטי).

החלק הראשון:



הגרף לינארי, משמע, השיפוע קבוע. כיוון שהשיפוע קבוע, אפשר לדעת שההתאוצה שווה לאורך כל הגרף. נק' החיתוך בגרף עם ציר הזמן היא הנק' שבה מתחילה להדוף את הciesה(לפנוי אין מהירות ולכן הגוף במנוחה). השטח מתחת לגרף מייצג את ההעתק שעבר הגוף(נשתמש בנוסחה לתנועה שווות תאוצה):

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$s = \Delta v * \Delta t * \frac{1}{2}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}, x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} \frac{\Delta v}{\Delta t} \Delta t^2 = \frac{1}{2} \Delta v * \Delta t = s$$

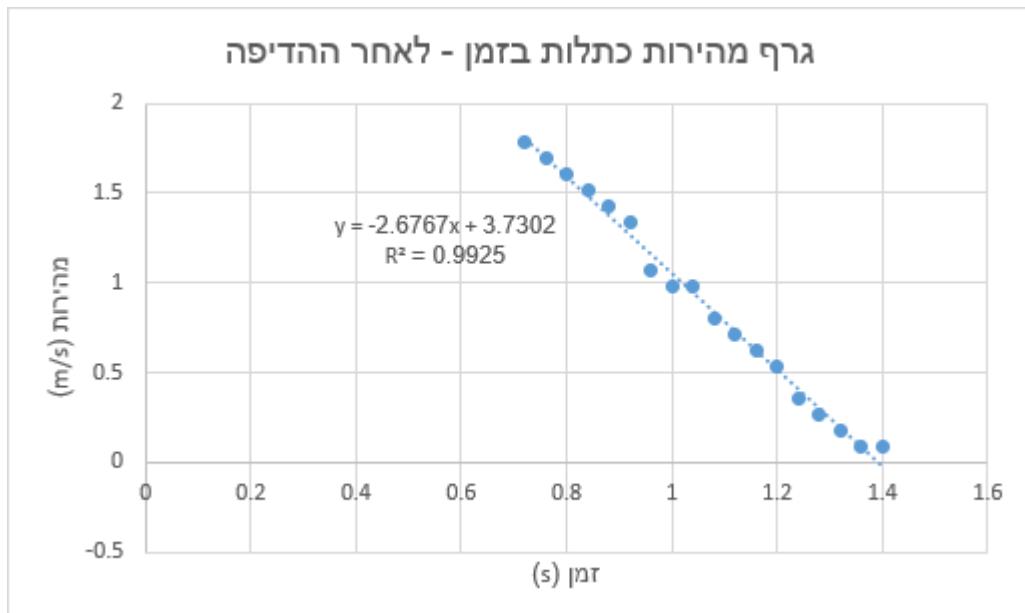
ניקח 2 נקודות על הגרף: הנק' שבחרתי הן $(0.35, 0)$, $(0.7, 1.7)$

(הנק' הן הערכה ולא מדוייקות עקב לכך שלקחתו אותן מפה):

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \frac{1.7 - 0}{0.7 - 0.35} = \frac{1.7}{0.35} = 4.857 m/s^2$$

החלק השני:



הgraf לינארי, משמע, השיפוע קבוע. כיוון שהשיפוע קבוע, אפשר לדעת שהתאוצה שווה לאורך כל הגרף.

נק' החיתוך בgraf עם ציר הזמן היא הנק' שבה מפסיקים להדוף את (הgraf מוגדר ברגעים שלא הודפים את הcisא). השטח מתחת לגרף מייצג את הערך שמעבר הגוף (נשתמש בנוסחה לתנועה שווות תאוצה):

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$s = \Delta v * \Delta t * \frac{1}{2}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}, x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} \frac{\Delta v}{\Delta t} \Delta t^2 = \frac{1}{2} \Delta v * \Delta t = s$$

ניחס 2 נק' מקו המגמה, $(1, 1)$ $(1.4, 0)$
(הנק' הן הערכה ולא מדוקמות עקב לכך שלקחתו אותן מקו
הмагמה):

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \frac{1 - 0}{1 - 1.4} = \frac{1}{-0.4} = -2.5 \text{ m/s}^2$$

לעומת נון I נזק הילכתי נון גורף נזק
בנ"ז מוגדר פון זרוכו לינען גורף נון I):

$$\sum F_y = 0$$

$$N - mg = 0 / +mg$$

$$N = mg$$

לעומת נון II נזק גורף נון זרוכו:

$$\sum F_x = ma_x$$

$$-f_k = ma_x$$

$$-\mu_k N = ma_x$$

$$-\mu_k \cdot mg = ma_x$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2 \quad : 1 \text{ f} \quad \rightarrow$$

$$m = 8.4 \text{ kg}$$

$$a_x = -2.5 \text{ m/s}^2$$

$$a_x = 0.157 \text{ m/s}^2$$

$$-55 \cdot \mu_k = -12.75 / -55$$

$$\boxed{\mu_k = 0.23}$$

$$F = m a_x \quad \text{גראם}$$

$$F = 8.4 \cdot 0.157 \text{ N}$$

$$F = m(a_1 + g \cdot \mu_k)$$

$$F = 8.4 \cdot (0.157 + 0.23 \cdot 10)$$

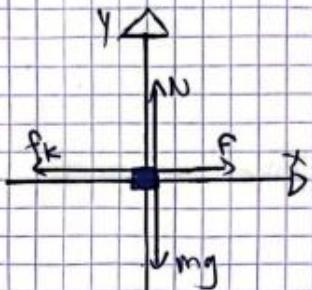
$$\boxed{F = 32.9 \cdot 0.157 \text{ N}}$$

$$F = 5.1 \cdot (0.157 + 2 \cdot 9.81)$$

$$\boxed{F = 40.4 \text{ N}}$$

לענ'ן

נתקן נספחים: ס' - 67.



5. ברטהיל פולו ג.ו. אומן פישרמן גראן I
 $\sum y_i = 0$

$$N - mg = 0 \quad \text{or} \quad N = mg$$

$$N = mo$$

$$\sum F_y = ma$$

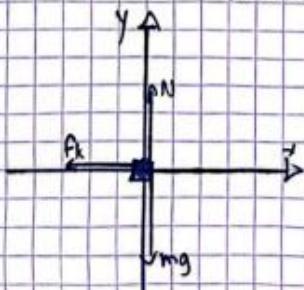
$$\text{F} - F_C = m a_n$$

$$F - \mu_k \cdot N = m a_1$$

$$\boxed{F = m(a_0 + g \cdot \mu_k)}$$

הנתקה כוון II נמי לאוון:

3N



סיכום ומסקנות:

בנישוי עצמו ביצענו את מטרות הניסוי, כך שחקרנו את תנועת הciesה בודיאו. באמצעות הגրפים השונים שהשתמשו בהם במהלך הניסוי, מצאנו את מקדם החיבור בין הciesה לרצפה ואת הכוח שבו נהדר הciesה.

$$\mu_k = 0.25$$

$$F = 40.463N$$

בסוף דבר, הצלחנו לבצע את 4 מטרות הניסוי.

רפלקציה:

כיוון שעוד לא ביצעת את הניסוי, אין יכול לכתוב את הרפלקציה בצורה משקפת וכן כיוון שהחלק גדול מהרפלקציה נובע מביצוע הניסוי עצמו. כאשר אבצע את הניסוי, אכתוב את הרפלקציה ועדכן אותה.

עונה על השאלות הנוספות:

1. מהי החשיבות של קביעת קנה המידה בתחילת הניסוי –
חשיבות קביעת קנה המידה בתחילת הניסוי היא קביעת המרחק של כל פיקסל בכל פריים. במידה ולא היינו קובעים את קנה המידה, לא היינו יכולים למדוד את המרחק שהכיסא עבר בצורה נכונה.
2. על אילו מוצאות הניסוי תשפייע קביעה שגiosa של קנה המידה - במידה והיינו בוחרים קנה מידה שגוי, המהירות של הכיסא הייתה משתנה(כך שגרף המהירות כתלות בזמן היה משתנה) וכותזה מכך, גם התאוצה שתנה את קנה המידה, קצב שינוי המהירות ובמידה תשנה(התאוצה היא קצב שינוי המהירות ובמידה אשנה את קנה המידה, קצב שינוי המהירות ישנה אר זמן ישאר שונה וכותזה מכך התאוצה תשנה).
במידה והתאוצה משתנה, החישוב של מועד החיכוך הקיים ישנה(מחשבים אותו באמצעות התאוצה) והכוח שהודף את הכיסא ישנה(מחשבים גם אותו באמצעות החיכוך הקיים והתאוצה).
3. התבונן בגրפים שיצרת במהלך הניסוי וענה על השאלות הבאות. נמק היטב את תשובה!

א. האם כוח החיכוך קבוע במהלך התנועה – כוח החיכוך אכן קבוע במהלך התנועה, וניתן לראות זאת באמצעות הגרף השני. הכוח היחיד שפועל על הגוף בציר האופקי הוא החיכוך, ולפיכך הוא הכוח היחיד שמשפיע על התאוצה. כיוון שהמסה של הגוף לא משתנה והתאוצה אינה משתנה גם(הכוח בניתו תוצאות הניסוי), החיכוך נשאר קבוע לאורך כל התנועה.

ב. האם הכוח ההודף את הכסא קבוע במהלך התנועה - הכוח ההודף את הכסא אכן קבוע וניתן לראות זאת באמצעות הגרף השני. פועלם שני כוחות ברגעים אלו, החיכוך הקינטי והכוח שהודף. על פי הגרף, התאוצה שווה בקירוב. לפיכך, התאוצה מושפעת מהכוח ההודף, מהחיכוך הקינטי ומהמסה. כיוון שהמסה והחיכוך הקינטי לא משתנים(לחיכוך קינטי יש ערך אחד קבוע כל עוד הנורמל לא משתנה ואני מניחים שההדיפה של הכסא מתבצעת רק בציר אחד קר שהנורמל לא משתנה) וההתאוצה נשארת שווה לאורך כל הגרף הראשון, הכוח ההודף הוא בקירוב זהה לאורך כל התנועה(בפועל הוא לא עקב הדיפה לא מדויקת לגמרי אך אני יוצא מנקודת הנחה שהשגיאות בגרף הן בעיקר בסימון הנקודות).

4. מהם הגורמים המשפיעים על דיקוק התוצאות - הסיבות האפשריות לשגיאה בניסוי הנ"ל נעות בין כמה גורמים. הסיבות העיקריות הן: אי דיקוק במדידה(שימוש بعد שלוש ספרות אחרי הנק', שימוש ב- π שערכו 10), טעויות אනוש(זווית צילום הסרטון יכולה להיות בזויה שתשפיע במעט על התוצאות, סימון הנקודות בתוכנה לא מדויק לחלוטין, בחירת נקודות לא מדויקות על קו המגמה, הדיפת הכסא בשני צירים במקום רק בציר האופקי).