**מטרת הניסוי:** חקירת התלות בין תאוצת מערכת של שני גופים לכוח השקול הפועל עליה ולמסה הכוללת של המערכת, בדיקת החוק השני של ניוטון: ובניסוי שלנו: .

**ציוד:**

* עגלה שמסתה 0.6kg
* סל וגליל שמסתם 0.3kg
* רשם זמן + סרטי נייר + כליבה
* מקור מתח חלופי לרשם הזמן
* לוח הרצה שבקצהו האחד ממוקמת גלגלת
* סרגל באורך 1 מטר
* מערכת גלילים שמסת כל גליל 0.3kg
* סרט דביק
* מצלמה (במקרה שלנו סמארטפון)

**תיאור הניסוי:**

1. הגעה לכיתה כשהאביזרים לניסוי היו כבר מוכנים ומאורגנים לשימושם במהלך הניסוי.
2. הורדת האפליקציה הדרושה לצילום הניסוי.
3. חלוקה לקבוצות עבודה.
4. הגעת כל קבוצה אל מול המערכת.
5. הפעלת האפליקציה וכיוון הפרשי הזמנים.
6. ספירה לאחור והתחלת הצילום.
7. הרפיה מהעגלה - תחילת התנועה.
8. עצירת הצילום לאחר פגיעת העגלה בקיר.
9. החזרת המערכת למצב ההתחלתי – התכוננות לקבוצה הבאה.
10. חזרת התלמידים למקומותיהם והגעת הקבוצה הבאה.
11. עיבוד נתונים ידני בעזרת התמונות.
12. שרטוט ידני של הגרפים וחישוב התאוצות לפי שיפוע קו המגמה.
13. העברת עיבוד הנתונים והגרפים למחשב.
14. הסקת מסקנות.

בשלב הראשון חזרנו על הניסוי 4 פעמים, ובכל אחת מהפעמים העברנו אחת מהמשקולות שהיו בעגלה אל הסל – המסה נשמרת במהלך הניסוי, אך הכוח משתנה (גדל ב-3N בכל פעם).

בשלב השני חזרנו על הניסוי 5 פעמים, ובכל אחת מהפעמים הורדנו משקולת מהעגלה – הכוח נשמר במהלך הניסוי, אך המסה משתנה (קטנה ב-0.3kg בכל פעם).

**מסקנות**

המסה הכוללת במציאות היא 3.3kg והמסה שיוצאת בניסוי זה היא 4.3kg מכך אפשר להסיק שתוצאות הניסוי לא היו כל כך מדויקות. הסיבות לסטייה בניסוי הן השפעת התנגדות האוויר על המדידות, זווית הצילום או הפוקוס לא היו טובים מה שגרם לרישום נתונים לא מספיק מדויקים - היה קושי במציאת המיקום של המערכת מכיוון שבתמונה יצא מטושטש.

על המערכת פועלת תאוצה שהיא פרופורציונית לכוח שפועל על המערכת, ופרופורציונית הפוכה למסת המערכת - ניתן לראות מהגרפים שהתלות בין התאוצה לכוח היא תלות של יחס ישר, והתלות של התאוצה והמסה של העגלה היא תלות של יחס הפוך.

התוצאות של תיקון החלק הראשון של הניסוי היו יותר מדייקות מכיוון שרווח הזמן קטן (מ0.1s- ל-s0.04) וכך קיבלנו יותר שורות בטבלה ויותר נקודות בגרף ושיפרנו את הדיוק של המדידות.

**שאלות - מסקנות**

1. מצורת הגרפים של t)v) ניתן להסיק שתנועת המערכת שוות תאוצה. הגרפים הם לינאריים ולכן אפשר להסיק שהתנועה שוות תאוצה, והתאוצה מיוצגת כשיפועי הגרפים.
2. כאשר שקול(F) הכוחות שווה לאפס תאוצת המערכת שווה לאפס:  F-f\*=0 ולכן F=f\* . מכן ניתן להסיק שF=f\* הוא הכוח שיביא לאיפוס כוחות המערכת וגם לאיפוס התאוצה.
3. לפי חוק שני של ניוטון:F=F-f\*=Ma=(F-f\*)/M
4. מסקנתי מהניסוי היא שהתלות בין התאוצה לשקול הכוחות היא תלות לינארית, תאוצה מקיימת יחס פרופורציוני ישר עם שקול הכוחות.
5. מסקנתי מהניסוי היא שהתלות בין התאוצה לבין המסה הכולל מקיימת יחס פרופורציוני הפוך, מכיוון שלפי הגרף, התלות בין התאוצה לבין אחד חלקי המסה הכוללת () מקיימת יחס פרופורציוני ישר.
6. מסקנתי משני חלקי הניסוי היא שמשוואת התאוצה לפי הכוח השקול והמסה היא: FM=a
7. לו היינו מצליחים לבטל את כל הכוחות המתנגדים לתנועות המערכת לא היינו יכולים להתייחס אל תנועת הסל כנפילה חופשית (כאשר משקל הגוף שווה לאפס - W=0N ), מכיוון שמשקל הגוף שונה מאפס. 0<T=Ma=
8. אם הסל יגיע לקרקע לפני שהעגלה מגיעה למחסום שבקצה הלוח, העגלה תנוע במהירות קבועה ומתיחות החוט תהיה שווה לאפס: Ma=0 ולכן a=0 וגם T=0.
9. אם הניסוי יבוצע על הירח תאוצת הנפילה החופשית g תהיה קטנה יותר ותגרום להקטנת תאוצת המערכת והכוח.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | t,s | x,m | v,m/s | | 0 | 0.23 |  | | 0.04 | 0.25 | 0.5 | | 0.08 | 0.27 | 0.625 | | 0.12 | 0.3 | 0.75 | | 0.16 | 0.33 | 0.625 | | 0.2 | 0.35 | 0.75 | | 0.24 | 0.39 | 0.875 | | 0.28 | 0.42 | 0.75 | | 0.32 | 0.45 | 1.125 | | 0.36 | 0.51 | 1.375 | | 0.4 | 0.56 | 1.25 | | 0.44 | 0.61 | 1.375 | | 0.48 | 0.67 | 1.25 | | 0.52 | 0.71 | 1.375 | | 0.56 | 0.78 | 2 | | 0.6 | 0.87 | 1.875 | | 0.64 | 0.93 | 1.625 | | 0.68 | 1 |  | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | t,s | x,m | v,m/s | | 0 | 0.19 |  | | 0.04 | 0.2 | 0.375 | | 0.08 | 0.22 | 0.5 | | 0.12 | 0.24 | 0.5625 | | 0.16 | 0.265 | 0.625 | | 0.2 | 0.29 | 0.5625 | | 0.24 | 0.31 | 0.625 | | 0.28 | 0.34 | 0.625 | | 0.32 | 0.36 | 0.625 | | 0.36 | 0.39 | 1 | | 0.4 | 0.44 | 1.125 | | 0.44 | 0.48 | 0.875 | | 0.48 | 0.51 | 1.5 | | 0.52 | 0.6 | 1.75 | | 0.56 | 0.65 | 1.25 | | 0.6 | 0.7 | 1.375 | | 0.64 | 0.76 | 1.25 | | 0.68 | 0.8 | 1.25 | | 0.72 | 0.86 | 1.625 | | 0.76 | 0.93 | 1.75 | | 0.8 | 1 |  | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | t,s | x,m | v,m/s | | 0 | 0.175 |  | | 0.04 | 0.18 | 0.3125 | | 0.08 | 0.2 | 0.375 | | 0.12 | 0.21 | 0.375 | | 0.16 | 0.23 | 0.5 | | 0.2 | 0.25 | 0.5 | | 0.24 | 0.27 | 0.5625 | | 0.28 | 0.295 | 0.5625 | | 0.32 | 0.315 | 0.4375 | | 0.36 | 0.33 | 0.4375 | | 0.4 | 0.35 | 0.625 | | 0.44 | 0.38 | 0.75 | | 0.48 | 0.41 | 0.5625 | | 0.52 | 0.425 | 0.75 | | 0.56 | 0.47 | 0.9375 | | 0.6 | 0.5 | 0.875 | | 0.64 | 0.54 | 0.875 | | 0.68 | 0.57 | 0.9375 | | 0.72 | 0.615 | 1 | | 0.76 | 0.65 | 0.8125 | | 0.8 | 0.68 | 1 | | 0.84 | 0.73 | 1.25 | | 0.88 | 0.78 | 1 | | 0.92 | 0.81 | 0.9375 | | 0.96 | 0.855 | 1.125 | | 1 | 0.9 | 1.125 | | 1.04 | 0.945 | 1.25 | | 1.08 | 1 |  | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | t,s | x,cm | v,cm/s | | 0 | 0.15 |  | | 0.04 | 0.16 | 0.3125 | | 0.08 | 0.175 | 0.375 | | 0.12 | 0.19 | 0.3125 | | 0.16 | 0.2 | 0.375 | | 0.2 | 0.22 | 0.375 | | 0.24 | 0.23 | 0.375 | | 0.28 | 0.25 | 0.4375 | | 0.32 | 0.265 | 0.5 | | 0.36 | 0.29 | 0.4375 | | 0.4 | 0.3 | 0.375 | | 0.44 | 0.32 | 0.5 | | 0.48 | 0.34 | 0.5 | | 0.52 | 0.36 | 0.5625 | | 0.56 | 0.385 | 0.625 | | 0.6 | 0.41 | 0.6875 | | 0.64 | 0.44 | 0.6875 | | 0.68 | 0.465 | 0.625 | | 0.72 | 0.49 | 0.5625 | | 0.76 | 0.51 | 0.6875 | | 0.8 | 0.545 | 0.625 | | 0.84 | 0.56 | 0.5625 | | 0.88 | 0.59 | 0.625 | | 0.92 | 0.61 | 0.6875 | | 0.96 | 0.645 | 0.625 | | 1 | 0.66 | 0.5625 | | 1.04 | 0.69 | 0.6875 | | 1.08 | 0.715 | 0.6875 | | 1.12 | 0.745 | 0.6875 | | 1.16 | 0.77 | 0.6875 | | 1.2 | 0.8 | 0.75 | | 1.24 | 0.83 | 0.8125 | | 1.28 | 0.865 | 0.75 | | 1.32 | 0.89 | 0.75 | | 1.36 | 0.925 | 0.875 | | 1.4 | 0.96 | 0.9375 | | 1.44 | 1 |  | |

|  |  |
| --- | --- |
| a,m/s^2 | F,N |
| 0.3598 | 3 |
| 0.8616 | 6 |
| 1.8202 | 9 |
| 2.2564 | 12 |