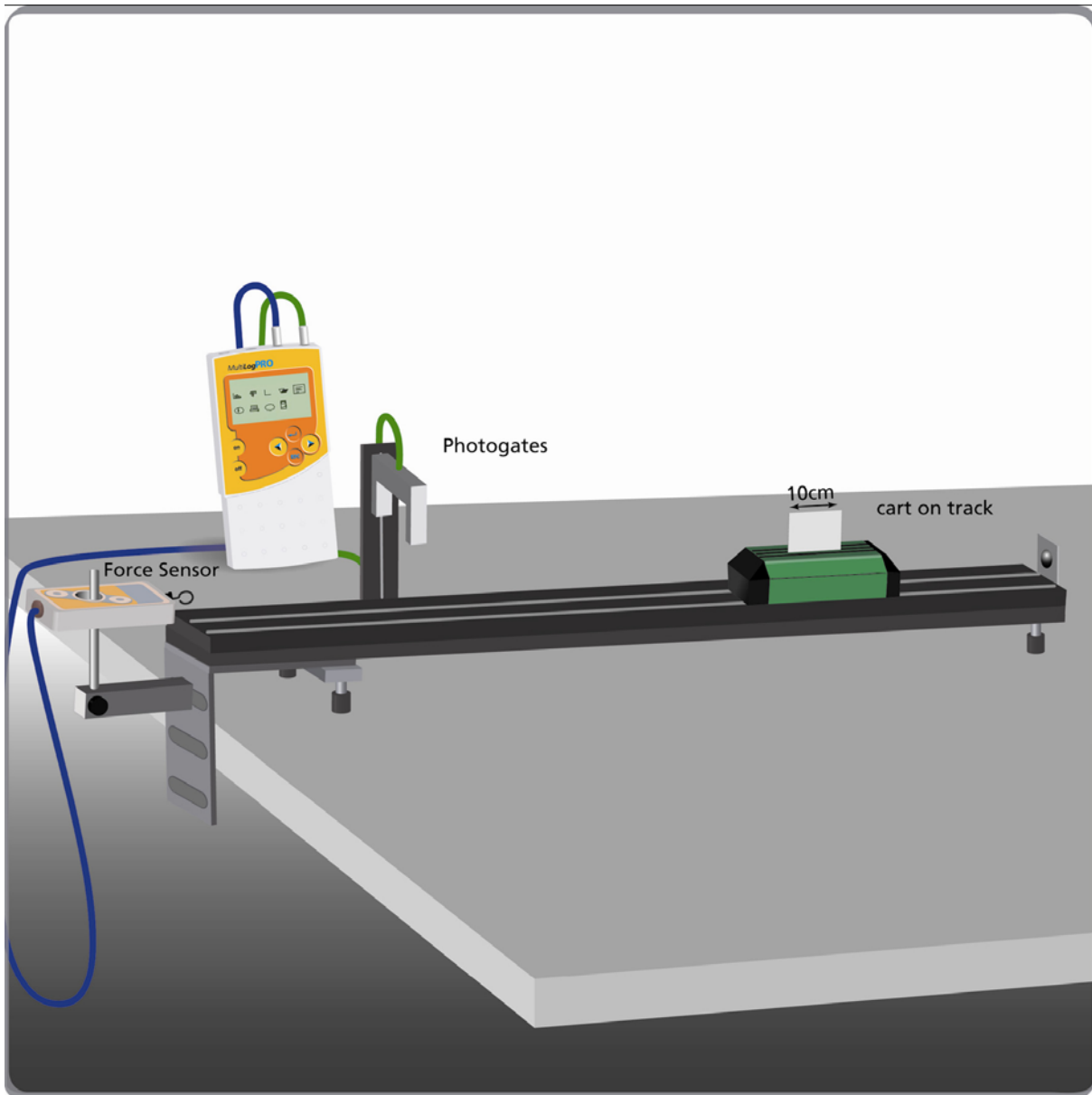


## מתקף ותנע



### תרשים 1

#### מבוא

כשמפעילים מתקף על גוף כלשהו, התנע שלו משתנה. שינוי התנע שווה למתקף, שהוא השטח מתחת לגרף הכוח כתלות בזמן:

$$\Delta p = \int \mathbf{F} \cdot dt$$



$$m \cdot v_2 - m \cdot v_1 = \int F \cdot dt$$

כאשר  $F$  הוא הכוח המופעל על הגוף,  $\Delta p$  הוא השינוי בתנע,  $m$  היא מסת הגוף, ו- $v_1, v_2$  הן המהירויות של הגוף לפני ואחרי הפעלת המתקף.


בניסוי זה, עגלה מתנגשת בחיישן כוח. מודדים באופן בלתי תלוי את השינוי בתנע ואת המתקף המופעל על העגלה ומשווים ביניהם. את המתקף נמצא על ידי חישוב השטח שמתחת לגרף הכוח כתלות בזמן ואת השינוי בתנע על ידי מדידת המהירויות של הגוף לפני ואחרי ההתנגשות בעזרת שער אור. שער אור בנוי ממקור אור אינפרה-אדום, הנמצא באחת מהזרועות השער. מקור זה שולח קרן אור צרה מאד לחיישן אור הנמצא בזרוע השנייה של שער האור. שער האור מצויד בנורית שנדלקת בעת חסימת קרן האור. ה- MultiLogPRO משתמש בשעון האלקטרוני שלו כדי לקבוע את זמן חסימת קרן האור.

אם יודעים את אורך הדגל שחוסם את שער האור ואת זמן חסימת שער האור ניתן לחשב את מהירות העגלה העוברת דרך שער האור (בהנחה שבעת המעבר מהירות העגלה קבועה).


## רשימת הציוד

- MultiLogPRO או TriLink
- יש לחבר את ה- MultiLogPRO לרשת החשמל באמצעות ספק המתח AC/DC כיוון שצריכת הזרם של שער האור גבוהה
- עגלה בעלת מסה של כ- 1500 גרם
- מסילה בעלת חיכוך זניח
- "דגל": קרטון מרובע שאורכו כ- 10 ס"מ
- מאזניים למדידת מסה
- שער אור
- חיישן כוח
- 2 כנים
- אוחז
- כליבה

## 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 הכוח לכניסה 1 (I/O-1) של ה- MultiLogPRO.
4. חבר את שער האור לכניסה 2 (I/O-2) של ה- MultiLogPRO.
5. הרכב את הציוד כמוראה בתרשים 1:
  - א. הצב את ה"דגל" על העגלה. ה"דגל" אמור לחסום את קרן האור כשהעגלה עוברת דרך שער האור.
  - ב. הצב את חיישן הכוח על כן המחובר עם כליבה לשולחן, מקם אותו בקצה המסילה ובגובה כזה שהעגלה תוכל להתנגש בו.
  - ג. הצב את שער האור על כן ומקם אותו כך שבעת שהעגלה מתנגשת בחיישן הכוח, שער האור אינו חסום (הנורית על שער האור אינה דולקת). מרחק העגלה מחיישן הכוח לאחר המעבר דרך שער האור, חייב להיות קטן על מנת להקטין את השפעת החיכוך על מהירות העגלה ככל הניתן.
6. הפעל את תוכנת ה- MultiLab.
7. פתח את אשף האתחול  בסרגל הכלים העליון והגדר את מערך המדידה לפי הפרוט הבא:

## אתחול תוכנת ה- MultiLogPRO

מתח 0 – 5 V	כניסה – I/O-1	חיישן
כוח $\pm 50$ N	כניסה – I/O-2	
הגדרות החיישן  : (N) כוח, דחיפה - חיובי		
3701 דגימות לשנייה		קצב מדידה
2.7 שניות (10,000 דגימות)		זמן דגימה

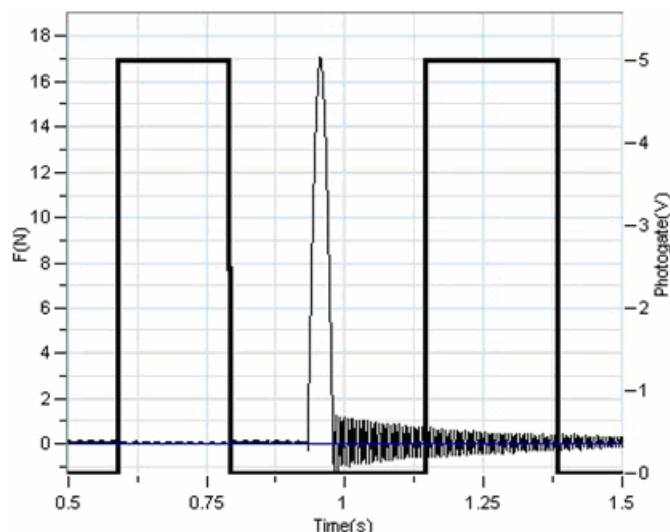
**הערה:** בקצבי דגימה שמעל 100 דגימות לשנייה, הגרף אינו מופיע תוך כדי הדגימה. בתום מדידה הנתונים יורדים באופן אוטומטי למחשב והגרף יופיע.

## מהלך הניסוי

1. הצב את העגלה מעבר לשער האור. וודא שהעגלה לא חוסמת את שער האור (הנורית האדומה לא דולקת).
2. לחץ על התחל  בסרגל הכלים העליון כדי להתחיל את המדידה.
3. דחוף את העגלה לכוון חיישן הכוח. וודא שהדחיפה ההתחלתית מספיק חזקה (אך לא חזקה מדי על מנת שהכוח המקסימאלי המופעל על חיישן הכוח יהיה פחות מ 50 N), כך שלאחר ההתנגשות העגלה תעבור בדרכה חזרה דרך שער האור, כדי לאפשר מדידת מהירותה לאחר ההתנגשות. חכה עד שהמדידה מסתיימת. הנתונים יורדו אוטומטית למחשב ויוצגו בחלון הגרף. (הערה: אם ברשותך MultiLog v.6 לחץ על הורד נתונים  שבסרגל הכלים העליון כדי שהנתונים יופיעו בגרף).
4. שמור את התוצאה בלחיצה על שמור  בסרגל הכלים העליון.
5. מדוד את מסת העגלה ורשום במחברתך את מסתה.




## ניתוח תוצאות הניסוי ושאלות

ראה בתרשים 2 דוגמה לתוצאות ניסוי. שני המלבנים מייצגים את חסימת שער האור (לפני ההתנגשות ואחרי ההתנגשות), והגרף הצר שבין המלבנים באמצע מייצג את ערכי הכוח כפי שנמדדו על יד חיישן הכוח.



תרשים 2

1. חישוב השינוי בתנע:

א. על מנת לחשב את המהירות, לפני ההתנגשות, סמן את נקודת ההתחלה והסוף של חסימת קרן האור הראשונה בעזרת הצג סמן ראשון  והצג סמן שני  שבסרגל הכלים התחתון (רוחב המלבן). לחץ על התקרב לאזור נבחר  בסרגל הכלים התחתון על מנת להתמקד בחלק הגרף שבין הסמנים. אם יש צורך שנה את מיקומי הסמנים על מנת לדייק בקריאת הנתונים. בחלק התחתון של הגרף יופיע זמן חסימת השער ( הפרש הזמנים בין שני הסמנים). רשום זמן זה במחברתך.

ב. חזור על שלב א' עבור חסימה השנייה. רשום את הזמן במחברתך.

ג. חלק את אורך ה"דגל" בזמן הנמדד בחסימה הראשונה. זו מהירות העגלה לפני ההתנגשות; רשום אותה במחברתך. חלק את אורך ה"דגל" בזמן הנמדד בחסימה השנייה זו מהירות העגלה אחרי ההתנגשות; רשום אותה במחברתך (אל תשכח להוסיף סימן מינוס למהירות שלאחר ההתנגשות, מכיוון שהעגלה נעה בניגוד לכיוון המקורי). שים לב ליחידות.

ד. הכפל את המסה של העגלה,  $m$ , בכל אחת מהמהירויות כדי לקבל את התנע לפני הפעלת המתקף ולאחריו. שים לב ליחידות.



$$p_1 = m \cdot v_1; p_2 = m \cdot v_2$$


ה. חשב את השינוי בתנע:

$$\Delta p = p_2 - p_1$$

ו. רשום את התוצאה במחברתך (שים לב ליחידות).

2. חשב את המתקף:

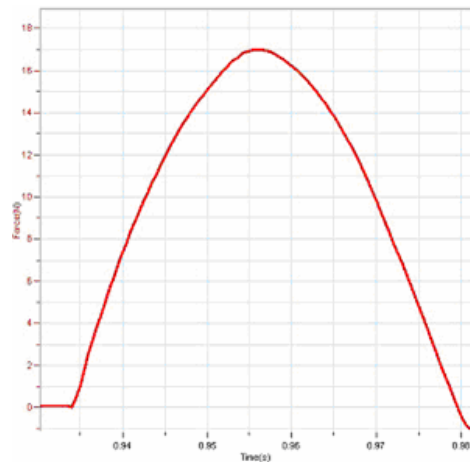
את הנקודה בה הכוח התחיל לפעול בעזרת הצג סמן ראשון  ואת הנקודה בה הכוח הפסיק לפעול בעזרת הצג סמן שני  שבסרגל הכלים התחתון.

לחץ על התקרב לאזור נבחר  בסרגל הכלים התחתון על מנת להתמקד בחלק הגרף שבין הסמנים (ראה תרשים 3). אם יש צורך, שנה את מיקום הסמנים על מנת לדייק בקריאת הנתונים.

לחץ על התפריט עיבוד נתונים בסרגל התפריטים העליון, ובתת-התפריט הנפתח לחץ על

סטטיסטיקה.

רשום את השטח שמתחת לחלק הגרף הנבחר (האינטגרל), זהו המתקף. מהן יחידותיו?



### תרשים 3


3. השווה את גודל המתקף לשינוי בתנע של העגלה. מהי מסקנתך?


4. חשב את ההפרש באחוזים בין השינוי בתנע לבין המתקף.


הסמן : ניתן להציג, לכל היותר, שני סמנים על הגרף 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.

## הצעות נוספות

1. ניתן לכסות את משטח העגלה, המתנגשת עם חיישן הכוח בחומרים שונים (קרטון, גומי, מתכות שונות או משטחי פלסטיק). זה יגרום לשינויים: בצורת הגרף של הכוח כפונקציה של הזמן, ממנו ניתן לחשב את המתקף, במשך ההתנגשות וגם בגודל המרבי של הכוח המופעל. בדוק האם השינוי בתנע עדיין שווה למתקף.
2. מצמידים קפיץ למשטח העגלה המתנגש עם חיישן הכוח. בדוק האם השינוי בתנע שווה גם במקרה זה למתקף.