



## מתקף ותנע בהתנגשות חד-ממדית

### ציוד

- מסילת PASCO
- עגלת דינמיקה ללא קפיץ, עליה מותקנים חסם שער אופטי ומשגר העגלה עם סדרת נקבים במוט
- ממשק PASCO
- שער אופטי עם מעמד להתקנה על המסילה
- חיישן כוח עליו מותקן קפיץ קשיח
- אביזר להתקנת חיישן הכוח על מסילה
- חוט עם סיכה לנעילת המשגר
- 2 מחסומים למנגנון שיגור העגלה
- 2 משקולות של 250 גרם
- מאזניים
- מחבר לשולחן ומחבר זוויתי שטוח
- מוט קצר



איור 1

### תיאור המערכת ורקע עיוני

עגלת דינמיקה עליה מותקנים משגר וחסם שער אופטי, מונחת על מסילה שבקצה מותקן חיישן כוח. בסדרת המדידות העגלה משוגרת במהירויות שונות, מתנגשת בחיישן הכוח ונרתעת ממנו.



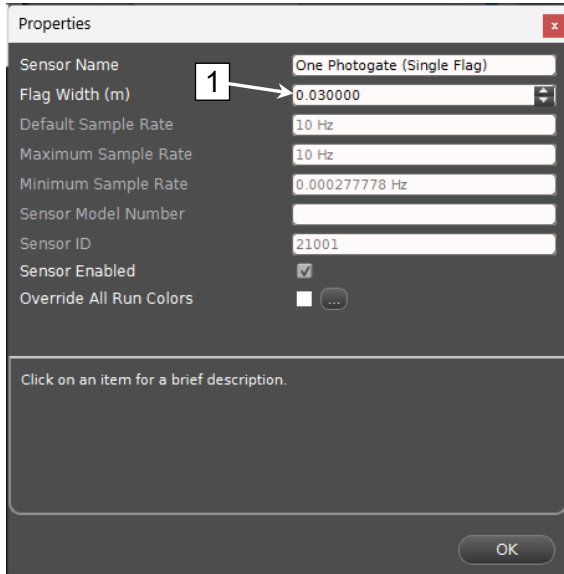
גודל מהירות העגלה נמדד בניסוי באמצעות חיישן שער האופטי. על עמודי השער נמצאים מקור אור וקולט אור, אחד מול השני. החיישן מודד פרקי זמן במשכם הקולט חסום מאור הנפלת על ידי מקור האור. אם גוף אטום חולף בין עמודי השער (וחוסם את הקולט), מערכת ממוחשבת מודדת את זמן החסימה. בהסתמך על מדידה זו ועל אורך הגוף האטום, היא מחשבת את גודלה של המהירות הממוצעת של הגוף. ככל שאורך הגוף קטן יותר, כך ערך המהירות הממוצעת המתקבל קרוב יותר לערך המהירות הרגעית של הגוף. בתוכנה Capstone תוצאת חישוב המהירות מוצגת כנקודה במערכת הצירים "מהירות כתלות בזמן". בניסוי שתבצעו, חסם השער האופטי המותקן על העגלה עובר בין עמודי השער פעמיים (לפני ואחרי התנגשות העגלה בחיישן הכוח) – לכן במערכת הצירים "מהירות כתלות בזמן" מופיעות שתי נקודות.

### הכנת המערכת

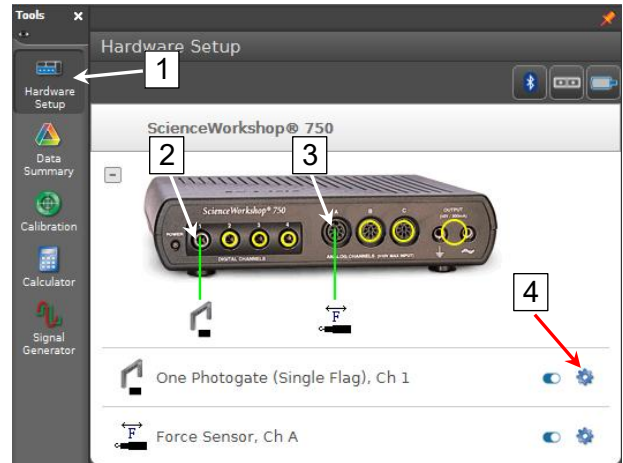
1. מצמידים את קצה המסילה למעצור (1, איור 1) שימנע תזוזת המסילה בהתנגשות בין העגלה לבין חיישן הכוח.
2. מחברים את השער האופטי לכניסה (2) של הממשק (איור 2א) ואת חיישן הכוח – לכניסה A (3, איור 2א). מפעילים את ממשק המערכת.
3. מקליקים על צלמית (1) Hardware Setup (איור 2א). בתמונת הממשק בתוכנה מקליקים על כניסה (1) אליה מחובר השער האופטי וברשימת החיישנים הנפתחת בוחרים חיישן "One Photogate (Single Flag)".  
הערה: איור 2א' מתייחס לממשק של PASCO. אם למערכת שברשותכם סופק ממשק 850, יש לפעול באופן דומה.
4. כפי שהוסבר בתיאור המערכת, לחישוב מהירות העגלה צריך לדעת את אורך חסם השער האופטי המותקן על העגלה. לכן יש למדוד את אורך החסם ולהגדיר אותו במאפייני השער. אחרי מדידת האורך:
  - א. פותחים את מעפייני השער האופטי: מקליקים על צלמית גלגלת השיניים (4, איור 2א).
  - ב. בשדה (1) Flag Width (איור 2ב) מזינים את אורך הדגל במטרים (במקום האורך המופיע כברירת מחול) ומקליקים על OK.
5. מגדירים את חיישן הכוח: בתמונת הממשק בתוכנה מקליקים על הכניסה אליה מחובר החיישן ובוחרים מרשימת החיישנים את Force Sensor.
6. סוגרים Hardware Setup (לוחצים שוב על הצלמית (1), איור 2א).



איור 1

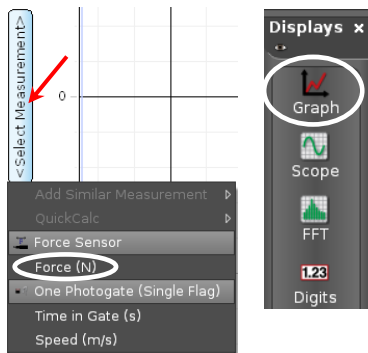


ב



א

## איור 2



ב

א

## איור 3




7. מכינים את מערכות הצירים "כוח כתלות בזמן" ו"מהירות כתלות בזמן":
- מקליקים פעמיים על צלמית Graph בסרגל Displays (איור 3א) – בדף חוברת העבודה תוצג מערכת צירים.
  - מקליקים על כותרת הציר האנכי <Select Measurement> ובחרים כוח (Force) מתוך הרשימה (תרשים 3ב).
  - להוספת מערכת צירים עבור קריאת מהירות העגלה מקליקים על הצלמית מעל מערכות הצירים ומגדירים מהירות (Speed) בציר האנכי של מערכת הצירים (פועלים בדומה לסעיף ב').
8. מגדירים קצב דגימה של 2 kHz של חיישן הכוח בסרגל Controls (למטה). לשער האופטי לא ניתן להגדיר קצב דגימה, השער הוא טיימר שמודד את זמן החסימה של מקור האור בשער (ראו הסבר בתיאור המערכת).

## ביצוע המדידות

- שקלו את העגלה יחד עם המשקולות; בשקילה הניחו אותה על הצד על משטח המאזניים על מנת שלא תתגלגל.
- הכינו בגיליון Excel עמודות בהן תרשמו את מהירויות העגלה לפני ואחרי ההתנגשות בחיישן הכוח ואת המתקף שחיישן הכוח מפעיל על העגלה.
- במוט המשגר של העגלה יש סדרת נקבים הנמצאים במרחק של 0.5 cm זה מזה. הניחו את העגלה על המסילה וטענו את המשגר: דחפו קלות את העגלה כלפי המחסומים, וכאשר המוט ייצא מהמחסום השני, נעלו אותו באמצעות סיכה על הנקב הראשון מקצה המוט.
- אפסו את חיישן הכוח (לחצו על הכפתור Tare על גוף החיישן).
- הריצו מדידות (הקליקו על צלמית Record) ושחררו את מוט המשגר על ידי משיכת החוט אליו קשורה הסיכה. אחרי שהחכם המותקן על העגלה בדרכה חזרה יעבור בין עמודי השער האופטי, עצרו את המדידות.
- הערה: למחיקת הרצה אחרונה (אם יש צורך בכך) הקליקו על Delete Last Run בסרגל Controls (למטה).
- חזרו על המדידות כאשר בכל הרצה נוספת תגדילו את כיוון קפיץ המשגר (נעלו את המשגר בנקב השני, השלישי וכך הלאה) - עד שתגיעו ל-7 הרצות.
- שמרו את הפעילות.

## עיבוד נתוני מדידות בתוכנת CAPSTONE

שימו לב: שער אופטי מאפשר למדוד רק את ערכה המספרי של מהירות. היות שמהירות היא וקטור, בניית תוצאות המדידות יש להתייחס לכיוונה לפני ואחרי ההתנגשות.

1. למציאת מהירות העגלה נעזרים בכלי קורא קואורדינאטות. מפעילים את קורא הקואורדינאטות באמצעות הצלמית ✨ בסרגל הכלים מעל מערכות הצירים וגוררים אותו לנקודה בה מבצעים מדידה.
2. למציאת שטח הכלוא בין גרף לבין הציר האופקי של מערכת צירים יש לפעול באופן הבא:
3. מקליקים על הצלמית של כלי בחירה  בסרגל הכלים מעל מערכות – יופיע מלבן הבחירה, גוררים אותו אל הקטע המתאים של הגרף. באמצעות הזזת צלעותיו של המלבן, מתאימים את גודלו לקטע זה. לחיצה על הצלמית  תגדיל את קטע הגרף המסומן ותאפשר בכך להתאים את מלבן הבחירה לקטע הגרף בדיוק רב יותר.
4. מקליקים על הצלמית  בסרגל הכלים מעל מערכות הצירים. ערך מספרי של השטח יופיע ליד האזור המסומן.

<b>בסיום הניסוי</b>
---------------------

- כבו את ממשק ה-PASCO.
- כבו את המחשב.