



## עבודה ואנרגיה - הדגמה

הערות למורה ולצוות הטכני

### ציוד

- מסילת PASCO
- עגלה אלחוטית כחולה
- מחבר לקיבוע המסילה
- מתאם BT של PASCO
- מוט קצר
- כליבה
- גלגלת
- משקל
- מחסום גומי
- מחסום מגנטי
- מתלה משקולות הקשור לחוט
- משקולת של 500 g לעגלה (PASCO)
- משקולת של 50 g



### הכנת המערכת

העגלות החכמות כחולה ואדומה אינן זהות מבחינת מערכת PASCO. יש להשתמש בהדגמה בעגלה הכחולה!

1. התקן את המערכת בהתאם לתצלום, את מחסום הגומי יש להרכיב מגומיות רכות.
2. בחר את אורך החוט כך שהמתלה יגע ברצפה כשהעגלה תיצמד למחסום, וקשור את החוט לוו חיישן הכוח של העגלה.
3. כוון את הגלגלת כך שהחוט יקביל למישור המסילה כשהוא כרוך סביבה.
4. כוון את גומיות המחסום כך שלא יגעו בחוט.
5. אם המחשב לא מצויד ב-Bluetooth, הכנס מתאם Bluetooth של PASCO לאחת הכניסות USB של המחשב. הפעל את העגלה על ידי לחיצה קצרה על כפתור ההפעלה. העלה את תבנית עבודה [עבודה ואנרגיה](#), היכנס ל- Hardware Setup ווודא שהעגלות מזוהות ע"י התוכנה. במידה ולא, פעל כדלקמן:
  - א. עבור לתיקיה: C:\Program Files (x86)\PASCO scientific\ CommonFiles\BLEDUsbDriver
  - ב. הקש במקש הימני של העכבר על קובץ **usbserial.inf** ובחר Install.
  - ג. הקש במקש הימני של העכבר על קובץ **dfu.inf** ובחר Install.
  - ד. סגור את התוכנה, העלה את תבנית העבודה מחדש ווודא שכעת העגלה מזוהה.
6. כבה את העגלה ע"י לחיצה ארוכה על כפתור ההפעלה.

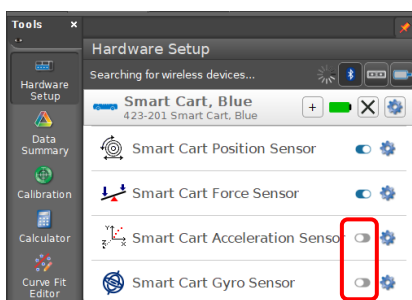
### ביצוע ההדגמה

1. הפעל את העגלה על ידי לחיצה על כפתור ההפעלה. היכנס ל-Hardware Setup בתוכנת Capstone ווודא שהמערכת מחפשת התקני Blue Tooth (כפתור 1) לחוץ ומשמאלו - "כוכב" מסתובב (תרשים 1). הקלק על Smart Cart, Red ו-Smart Cart, Blue ב-Devices Available Wireless (תרשים 1). כבה (אם מופעלים) את Smart cart Acceleration ו-Smart cart Gyro Sensor עבור שתי העגלות (העבר שמאלה את המחוונים המסומנים בתרשים 2).
- הערה:** כשעגלה אלחוטית לא נמצאת בשימוש במשך זמן מסוים, היא כבה אוטומטית. במקרה זה, הפעל אותה שוב.

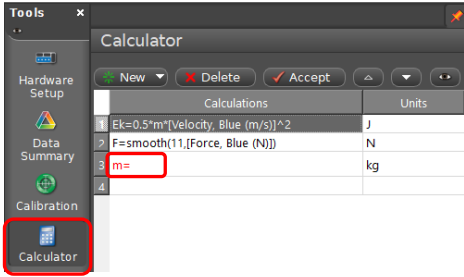
2. שקול את מסת העגלה. הכנס למחשבון התוכנה את ערך מסת העגלה יחד עם המשקולת של 500 g. לשם כך, לחץ על כפתור Calculator (תרשים 3), הקש פעמיים על השדה המסומן בתרשים זה, הקלד את ערך המסה בקילוגרמים והקש Enter.



תרשים 1



תרשים 2



תרשים 3

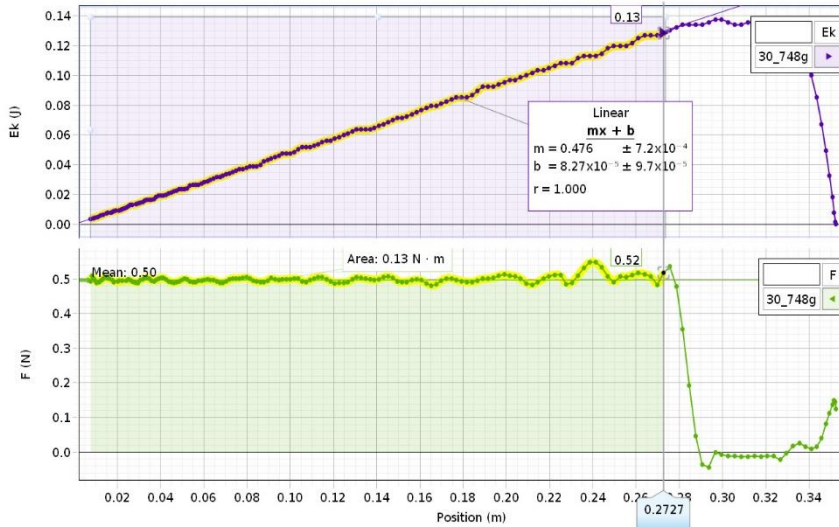
3. הנח משקולת של 50 גרם על העגלה והשחל משקולת של 50 גרם על המתלה.

4. אפס את חיישן הכוח כשהחוט רפוי (בחר בסרגל הבקרה את Smart Cart Force Sensor ולחץ על כפתור  $\oplus$ ) (תרשים 4). הרחק את העגלה בכ-30 ס"מ מהמחסום, לחץ על Record ושחרר את העגלה. המדידות יתחילו אוטומטית כשהעגלה תתחיל לנועה, וייעצרו כשהיא תתנגש במחסום.



תרשים 4

5. מערכת המדידה הממוחשבת מפיקה שני הגרפים – אנרגיה קינטית של העגלה ומתיחות החוט כתלות בהעתק העגלה:



תרשים 5

6. מהגרף  $F(x)$  מוצאים את כוח המתיחות שפעל על העגלה בתנועתה ואת עבודתו של הכוח. מהגרף  $E_k(x)$  מוצאים את שינוי האנרגיה הקינטית (יש להיעזר בקורא הקואורדינטות) וגם את כוח המתיחות שפעל על העגלה בתנועתה (שיפוע הגרף).

### הערה

בהדגמה זו גודל כוח החיכוך הוא כרזולוציה של חיישן הכוח, לכן אין להתחשב בו בהערכת המאזן בין עבודת כוח המתיחות לבין שינוי האנרגיה הקינטית של העגלה. יחד עם זאת, יש לקחת בחשבון שרזולוציית החיישן יכולה לגרום להפרש קטן ( $\pm 0.1N$ ) בין ערך כוח המתיחות הנמצא מהגרף  $F(x)$ , לבין ערך הכוח הנמצא מהגרף  $E_k(x)$  – וכתוצאה מכך, להפרש קטן בין עבודת כוח המתיחות המתקבלת מהגרף  $F(x)$  לבין שינוי האנרגיה הקינטית של העגלה המתקבל מהגרף  $E_k(x)$ .