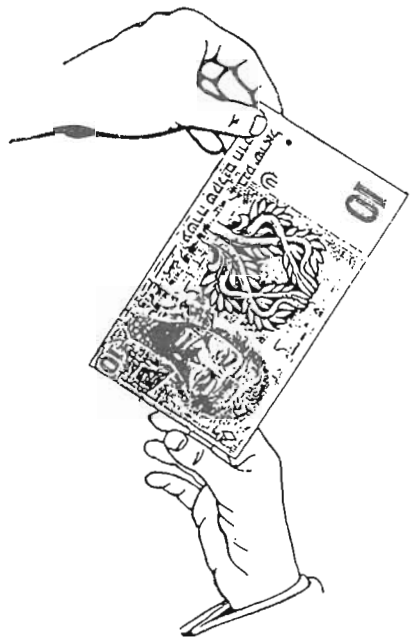


# כיצד למדוד את תאוצת הנפילה החופשית בעזרת שני שעוני עצר, סרגל ובן זוג ?

עובד קריס , המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע



בינסויים השגתיים למדידת g, מספקים לתלמיד את מטרת הניסוי, את הרקע התאורטי, את שיטת המדידה ואת הכלים והמכשירים הדרושים.

מוצעת כאן פעילות שונה מן המקובלת למדידת g, שאולי תעורר סקרנות ורצון להתמודד קצת אחרת עם נושא פיסיקלי. בפעילות זו התלמידים מתבקשים להפעיל את יכולת חשיבתם ולפתח שיטות מדידה כדי לבצע את המשימות המוצגות להם.

מיעוט האביזרים הדרושים ופשטותם, מאפשרים לבצע את הפעילות בכיתה ולא דוקא במעבדה.

בראשית הפעילות המורה מבצע הדגמה ליצירת מוטיבציה, שכותרתה - **מי רוצה לקבל 10 ש"ח?** : המורה מחזיק קצה של שטר כסף ומבקש מאחד התלמידים לשים את ידו בסמוך לתחתית השטר ולנסות לתפסו ברגע שהמורה שומט את השטר.

נחשוב בעצמך על שיטה מתאימה והשווה אותה עם השיטה המופיעה להלן על רקע כהה).

שיטה מומלצת למדידת g .  
ניתן למדוד את g כך: בן הזוג מחזיק אנכית בקצהו העליון סרגל שאורכו 30 ס"מ, כשראשית הסרגל (ה"0") כלפי מטה. התלמיד מחזיק את אצבעותיו סביב ה-"0" ב"כוננות תפיסה" וכשבן הזוג שומט את הסרגל, התלמיד תופס אותו. מודדים את אורך הסרגל בין ראשיתו למקום התפיסה, ומתוך הנוסחה  $x = 0.5gt^2$  מחשבים את g.

דנים בשיטה המתאימה (המבוססת על תרגיל השטר שבוצע בראשית השיעור).  
לאחר שמגיעים לשיטה מוסכמת (כמתואר לעיל), התלמידים מתבקשים למדוד שלוש פעמים את קטע הסרגל העובר בין האצבעות עד לתפיסה, לחשב את g בכל פעם ולחשב את הממוצע.  
ערכי g המתקבלים מהמדידה נעים בדרך כלל בין 8 לבין 12 מ/שנ<sup>2</sup>.

לאחר מכן ניתן לדון בהנחות המונחות בבסיס שיטת המדידה, יתרונותיה וחסרונותיה לעומת שיטות אחרות וכו'. אפשר להזכיר שגם גלילאו השתמש בגופו (ליתר דיוק בדופק שלו) לשם מדידת זמן, כך שאנו נתלים באילנות גבוהים...  
בפעילות זו מספר מרכיבים מעניינים:  
א. היא נאיבית ומתבססת על חשיבת התלמידים.

ב. משתמשים בה בזמן התגובה, הנחשב בדרך כלל למקור שגיאה במדידות, ולא לאמצעי מדידה בעצמו.

ג. בדרך כלל משתמשים בסרגל כדי למדוד את ההעתק של גוף נע. כאן הסרגל הוא גם הגוף הנע.

התלמיד אינו מצליח, ומתוך הדיון בסיבת כשלון הנסיון לתפוס את השטר, מגיעים למושג **זמן התגובה**. זהו פרק הזמן העובר בין קליטת אירוע על ידי העין לבין הפעלת היד כתוצאה מכך.

כאן ניתנת לכיתה המשימה הראשונה:

משימה 1: הצע דרכים למדידת זמן התגובה שלך בעזרת בן זוגך ושני שעוני עצר.  
דון בדרך המוצעת עם חבריך.

נחשוב בעצמך על שיטה מתאימה והשווה אותה עם השיטה המופיעה להלן על רקע כהה).

שיטה מומלצת למדידת זמן התגובה.  
תלמיד א' צופה בבן זוגו, תלמיד ב'. כאשר א' רואה שתלמיד ב' לוחץ על כפתור שעונו ומפעיל אותו, לוחץ גם הוא על כפתור שעונו. כעת שני השעונים רצים, והפרש הוראתם בכל רגע הוא זמן התגובה של א'. עתה שוב מתחלפים בשעונים, וכאשר א' רואה ש' מפסיק את פעולת שעונו, הוא גם כן מפסיק את פעולת שעונו. ברור שהפרש הוראתם של שני השעונים הוא כפליים מזמן התגובה של א'.

התלמידים מציעים שיטות שונות ומתקיים דיון לגבי התאמת השיטות המוצעות לביצוע המשימה. לאחר שמגיעים לשיטה מוסכמת, התלמידים מתבקשים למדוד שלוש פעמים את זמן התגובה שלהם ולחשב את הממוצע. זמני התגובה האופייניים המתקבלים נעים בין 0.1 לבין 0.2 שניות.

זמן התגובה ישמש לקציבת פרק זמן קבוע.  
כאן ניתנת לכיתה המשימה השנייה.

משימה 2: זכור את "תרגיל השטר" והצע דרכים למדידת תאוצת הנפילה החופשית בעזרת זמן התגובה שלך, הסרגל, בן זוגך והנוסחה  $x = 0.5gt^2$ .