

מד כוח קפיצי (דינמומטר) ומשקולת – תזכורת והרחבה

נתבונן במערכת המתוארת בציור. המערכת מורכבת ממד כוח קפיצי (שקשור לתקרה) וממשקולת שתלויה עליו. בתוך מד הכוח יש קפיץ שנמתח יותר ככל שהמשקולת כבדה יותר. המשקולת מפעילה על הקפיץ כוח ומותחת אותו. במצב שיווי משקל הקפיץ מודד את הכוח שמופעל עליו (שהוא שווה בגודלו לכוח שהקפיץ מפעיל על המשקולת, מתוקף החוק השלישי של ניוטון). בכל פעם שאנו תולים את המשקולת על הקפיץ מתקבל מצב שיווי משקל זהה, עם מתיחה זהה של הקפיץ.

האלסטיות של הקפיץ: מצב שיווי המשקל של הקפיץ מותאם למשקולת. אם נחליף את המשקולת, יתקבל מצב שיווי משקל אחר. אם נחזיר את המשקולת המקורית, יתקבל מצב שיווי המשקל המקורי. ההיסטוריה של מהלכי המתיחה והכיווץ אינה משפיעה על התארכות הקפיץ. הקפיץ אינו מתנהג כפלסטלינה. אם הוא נמתח כתוצאה מתיילת המשקולת, הוא יחזור לאורכו המקורי בעקבות הסרת המשקולת. זוהי תכונה האלסטיות. התכונה הזאת מאפשר לנו לבטוח בקפיץ כמכשיר מדידה, שאפשר לכייל אותו ולסמוך על המדידות האלה לאורך זמן¹. מדי כוח כאלה מסוגלים לשרוד במעבדת בית הספר לאורך זמן, אם לא יועמדו במבחנים שלא נועדו להם. מקובל אצלנו לכנות מד כוח בשם הלועזי **דינמומטר**.

כדי לערוך מדידות כוח בחטיבת הביניים כדאי להצטייד במערך של דינמומטרים שיאפשרו מדידות בקבוצות שונות במקביל. בהמשך נציג מדידות כאלה.

הלינאריות של הקפיץ: יש לקפיץ תכונה נוספת שמסייעת לנו – היחס הישר בין הכוח להתארכות (חוק הוק). הלינאריות מקלה על הקריאה של תוצאות המדידה, השנתות מסומנות במרווחים קבועים.

כוח הכובד והגובה: מתברר כי הקפיץ מתארך באותה מידה בקומת הקרקע או בראש גורד השחקים, עד כמה שאנו מסוגלים לדייק במדידת התארכותו. מכאן אנו לומדים כי כוח הכובד סמוך לפני הארץ הוא קבוע, ברמת הדיוק של המדידה. אפשר לספר לתלמידים כי בעתיד נבדוק אם הדבר היה נכון אילו יכולנו להגיע לדיוקים מופלגים, ונגלה דברים מעניינים.

כיול מד הכוח הקפיצי: כיול הקפיץ נעשה על ידי השוואתו לכוח ידוע ומוסכם. בכיתה ח ראינו כי יחידת הכוח, ניוטון, נקבעת על פי כוח הכובד שהארץ מפעילה על משקולת שהמסה שלה היא ק"ג אחד (וכאמור, אפשר לעשות את המדידה הזאת בכל קומה). מן הרגע שנכיל את מד הכוח על סמך משקולת תקנית, נוכל להשתמש במד הכוח למדידת כל כוח שהוא.

מדידת סטטית של כוחות: שיטת המדידה שלפנינו מבוססת על השוואה בין כוח הכובד (mg) לבין הכוח האלסטי שהקפיץ מפעיל (F_{sp}). זוהי מדידה סטטית שבה שני הכוחות הם שווי גדול והפוכי כיוון. שיטה זו אינה ניתנת ליישום אם המשקולת אינה בשיווי משקל.

הגופים שמשתתפים במדידה: למעלה הצגנו את המערכת כמורכבת מן הקפיץ ומן המשקולת. למעשה עלינו לכלול בדיון גם את הארץ. אנו משווים בין שני כוחות שפועלים על המשקולת. הכוחות מופעלים על ידי גופים אחרים – הקפיץ והארץ.

הגעה למצב שיווי משקל: כאשר תולים משקולת הקפיץ מתחיל להתארך. אם הקפיץ היה אידיאלי, הוא היה מתנווד לנצח. במציאות טווח התנודה מצטמצם והולך, ואפשר לעזור לכך דינית. המדידה תיעשה אחרי שהתנודה נפסקת.

¹ הדבר מכונה הדירות – אם נחזור על המדידה באותם התנאים, נקבל אותה תוצאה.

