

מדידת קבוע הקפיץ

א. מטרת הניסוי

1. למדוד את הקבוע של קפיץ.
2. לבדוק את המשוואות לחישוב קבוע הקפיץ השקול לקפיצים המחוברים במקביל ובטור.

ב. רקע תיאורטי

הקפיצים שמשתמשים בהם הם לרוב קפיצים סליליים או לולייניים. קפיצים אלה מיוצרים על ידי ליפוץ תיל מסביב לגליל. לקפיץ יש תכונת האלסטיות. אם מותחים את הקפיץ או מכווצים אותו, הוא חוזר לצורתו המקורית לאחר שמשחררים אותו.

כוח הקפיץ

על מנת לשנות אורך קפיץ בשיעור מסוים, יש לקשור קצה אחד של הקפיץ לנקודה קבועה, ולהפעיל על הקצה האחר (באמצעות היד לדוגמה) כוח F . כוח זה גורם להתארכות (או התכווצות הקפיץ) בשיעור מסוים. על פי החוק השלישי של ניוטון, הקפיץ מפעיל על היד כוח השווה בגודלו ומנוגד בכיוונו לכוח שהפעלנו עליו. כוח זה שהקפיץ מפעיל כאשר משנים את אורכו, נקרא כוח הקפיץ, ומסומן ב- F_{sp} (Spring Force). לכוח זה קיימות התכונות הבאות:

- (1) הוא מכוון תמיד נגד השינוי באורך הקפיץ.
- (2) הוא נמצא ביחס ישר עם השינוי באורך הקפיץ.

אם נסמן את השינוי באורך הקפיץ ב- $\Delta\ell$, מתקיים:

$$(1) \quad F_{sp} = -k\Delta\ell$$

כאשר k הוא קבוע הפרופורציה בין הכוח F_{sp} והשינוי באורך הקפיץ. גודל זה נקרא קבוע הקפיץ. הסימן (-) מציין שכיוון כוח הקפיץ מכוון נגד השינוי באורך הקפיץ. על סמך משוואה (1) מתקבל שיחידת קבוע הקפיץ היא N/m .



המשמעות של קבוע הקפיץ

קבוע הקפיץ מבטא את השינוי בכוח הקפיץ הנוצר עקב השינוי באורכו ביחידת אורך אחת. לדוגמה, אם נניח שקבוע הקפיץ הוא $100 N/m$, המשמעות היא שכוח הקפיץ משתנה (גדל או קטן) ב- $100 N$ כאשר משנים (מגדילים או מקטינים) את אורך הקפיץ במטר אחד.

מכיוון שהכוח החיצוני המופעל על הקפיץ תמיד שווה בגודלו ומנוגד בכיוונו ל- F_{sp} , נוכל להגדיר את קבוע הקפיץ בהגדרה חלופית:

קבוע הקפיץ מבטא את השינוי בכוח החיצוני המופעל על הקפיץ הדרוש על מנת לשנות את אורך הקפיץ ביחידת אורך אחת. לדוגמה, אם נניח שקבוע הקפיץ הוא $100 N/m$, המשמעות היא שיש לשנות את הכוח החיצוני המופעל על הקפיץ (להגדיל אותו או להקטין אותו) ב- $100 N$, זאת על מנת לשנות את אורך הקפיץ (להגדיל אותו או להקטין אותו) במטר אחד.

חיבור קפיצים בטור

אם נחבר קפיץ 1 שהקבוע שלו k_1 בטור לקפיץ 2 שהקבוע שלו k_2 , מתקבל קפיץ חדש. ניתן לחשב את הקבוע של הקפיץ החדש באמצעות הקבועים k_1 ו- k_2 וזאת על ידי הקשר הבא:

$$(2) \quad \frac{1}{k_T} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

כאשר k_T הוא הקבוע של הקפיץ החדש, שנקרא הקבוע השקול של שני הקפיצים המחוברים בטור.

חיבור קפיצים במקביל

אם נחבר קפיץ 1 שהקבוע שלו k_1 במקביל לקפיץ 2 שהקבוע שלו k_2 , נקבל קפיץ חדש. את הקבוע של קפיץ זה ניתן לחשב באמצעות הקבועים k_1 ו- k_2 וזאת על ידי הקשר הבא:

$$(3) \quad k_T = k_1 + k_2$$

ג. ציוד ומכשור

- (1) שני קפיצים (עדיף שיהיו זהים).
- (2) סטנד.
- (3) סרגל.
- (4) משקולות.

ד. הניסוי (בניית המערכת וביצוע הניסוי)

החלק הראשון:

(1) קשור קצה אחד של הקפיץ לנקודה קבועה במוט אופקי המקובע על סטנד, ולקצה השני שלו קשור וו (ראה איור 1).

(2) הצמד סרגל לסטנד כפי שמתואר באיור 1, וסמן עליו את הנקודה שבה נמצא הקצה החופשי של הקפיץ כשהוא במצב רפוי (ראה איור 1).

(3) חבר משקולת אחת לוו, ומדוד באמצעות הסרגל את התארכות הקפיץ ($\Delta \ell$) עד לנקודת שיווי המשקל. רשום ערך זה, וגם את כוח הכובד F_G הפועל על המשקולת כאשר $F_G = mg$. m היא מסת המשקולת ו- $g = 9.8 \text{ m/s}^2$.

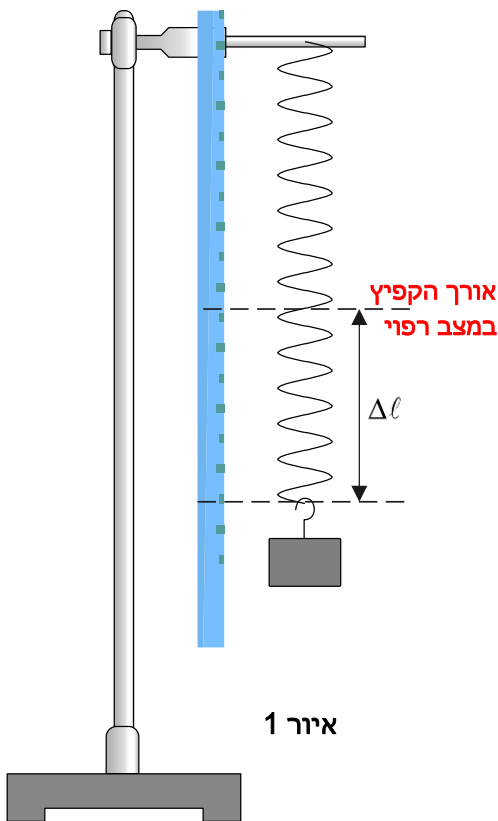
(4) חזור על הפעולה שבסעיף הקודם מספר פעמים, כך שבכל פעם יש להוסיף משקולת נוספת.

(5) קבץ את התוצאות בטבלה שמתארת את $\Delta \ell$ כפונקציה של F_G .

החלק השני:

חזור על החלק הראשון של הניסוי אבל עבור שני קפיצים זהים המחוברים בטור.

החלק השלישי:



חזור על החלק הראשון של הנסוי אבל עבור שני קפיצים זהים המחוברים במקביל.

ה. עיבוד התוצאות

- (1) שרטט, בכל אחד משלושת החלקים של הניסוי, גרף המתאר את התארכות הקפיץ $\Delta \ell$ כפונקציה של F_G - כוח הכובד הפועל על המשקולות.
- (2) חשב את שיפועי הגרפים, ומצא בעזרתם את קבוע הקפיץ בכל אחד משלושת החלקים של הניסוי.
- (3) השווה בין קבועי הקפיץ המתקבלים בחלקים 2 ו-3 של הניסוי לבין קבוע הקפיץ המתקבלים על סמך הקשרים (2) ו-(3).



ו. שאלות הכנה

- (1) הגדר קבוע הקפיץ וקבע את יחידת גודל זה.
- (2) הוכח את הקשרים (2) ו-(3).
- (3) הסבר מדוע בעיבוד התוצאות משרטטים גרף המתאר את $\Delta \ell$ כפונקציה של F_G ולא F_G כפונקציה של $\Delta \ell$.
- (4) הסבר מדוע כוח הקפיץ F_{sp} שווה לכוח הכובד, F_G , הפועל על המשקולות.
- (5) אם עורכים את הניסוי על פני הירח, האם תוצאות הניסוי היו משתנות? הסבר את תשובתך.