

סוג הבחינה: בגרות

מועד הבחינה: קיץ תשע"ט

מספר השאלון: 036386

שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

מעבדת חקר - 5 יחידות לימוד

הוראות

- א. משך הבחינה: שעתיים וחצי.
 - ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה חמש עשרה שאלות. עליך לענות על כל השאלות 1-13, ועל שאלה אחת מבין השאלות 14-15. סה"כ - 100 נקודות.
 - ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון וסרגל.
 - ד. הוראות מיוחדות: רשום את כל תשובותיך בגוף השאלון, במקומות המיועדים לכך.
- השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

1. חלק א': חקירת חיבור קפיצים במקביל (90 נקודות)

ענה על כל השאלות 1-13.

סעיף 1 – מציאת קבוע הכוח של קפיץ בדרך סטטית באמצעות חיבור קפיצים במקביל

בסעיף זה נחשב את קבוע הכוח של קפיץ יחיד, מתוך מדידת ההתארכות של n קפיצים זהים המחוברים במקביל.

רקע עיוני

חוק הוק:

כאשר מותחים או מכווצים קפיץ בגבול האלסטיות שלו, הכוח שמופעל על הקפיץ נמצא ביחס ישר למידת ההתארכות/התכווצותו.

$$F = k \cdot \Delta L$$

כאשר:

- ΔL – מידת ההתארכות (או ההתכווצות) של הקפיץ (ביחס למצבו הרפוי) במטרים (m);
 - k – קבוע הכוח של הקפיץ. כאשר הכוח נמדד ביחידות ניוטון (N) והתארכות הקפיץ נמדדת במטרים (m), קבוע הכוח של הקפיץ נמדד ביחידות N/m.

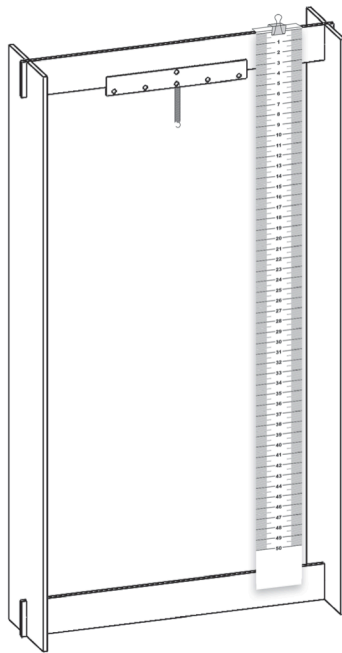
רשימת הציוד

1. ערכת הניסוי מכילה:

- מרכיבי המסגרת:
 - שני לוחות אנכיים שגובהם 55 ס"מ
 - לוח תחתון שאורכו 30 ס"מ
 - לוח עליון שאורכו 30 ס"מ, שאליו מחוברת לוחית מתכת עם חורים
 - טבעת שמסתה 0.5 גרם ועליה ארבע משקולות, שמסת כל אחת מהן כ- 16 גרם (המשקל הכולל של המשקולות והטבעת הוא 64.0 גרם)
 - לוחית מתכת עם חורים, שמסתה 18.0 גרם (לוחית תחתונה)
 - שישה קפיצים זהים (אחד מהם לגיבוי במקרה הצורך)
 - סרגל מדידה מקרטון, ואטב מתכתי המשמש להצמדת הסרגל למסגרת
2. שעון עצר, שסופק לך על-ידי בית-הספר.

בניית מערכת הניסוי

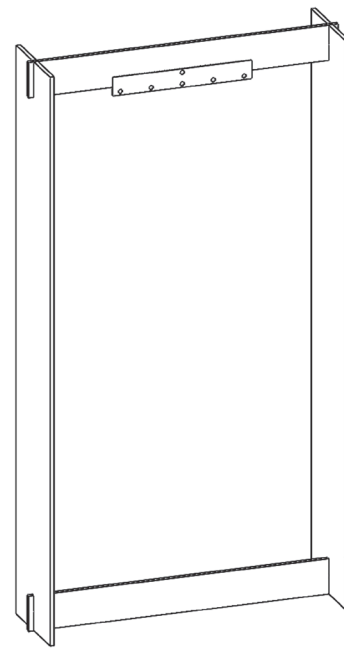
- הרכב את המסגרת, כמתואר באיור א'. כדי שהיא תהיה יציבה, הקפד שהלוחות האופקיים (הצרים יותר) יוכנסו ללוחות האנכיים עד סוף המגרעות (החריצים).
- קח את סרגל הקרטון וקפל את קצהו בהתאם לסימון שעליו, כמתואר באיור ב'.
- הנח את הסרגל על הלוח העליון, כך שהצד הממוספר שלו יהיה מופנה כלפיך, והצמד אותו אל הלוח העליון באמצעות האטב המתכתי. חבר קפיץ אל החור האמצעי שבלוחית המתכת, כמתואר באיור ג'.



איור ג'



איור ב'



איור א'

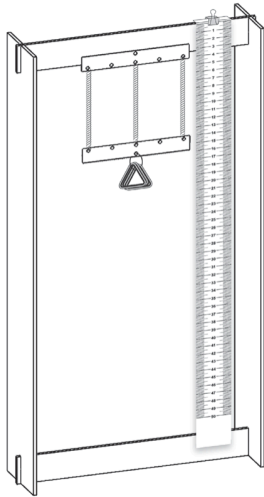
ביצוע הניסוי

מדוד בעזרת הסרגל את אורכו של הקפיץ במצבו הרפוי. רשום את ערכו. $L_0 =$
הערה: יש למדוד את האורך הפעיל של הקפיץ, ללא שתי הלולאות שבקצותיו.
 (3 נקודות)

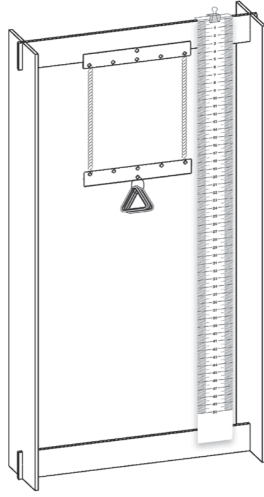
2. א. חבר את הטבעת עם ארבע המשקולות אל החור התחתון בלוחית המתכת המצורפת, ותלה אותן על הקפיץ, כמתואר באיור ד'. מדוד את אורכו של הקפיץ, L_T , ורשום אותו ואת התארכותו, ΔL , בטבלה 1.
 (3 נקודות)

ב. רשום את היחידות הפיזיקליות של אורך הקפיץ והתארכותו בסוגריים שבראש העמודות בטבלה 1.
 (2 נקודות)

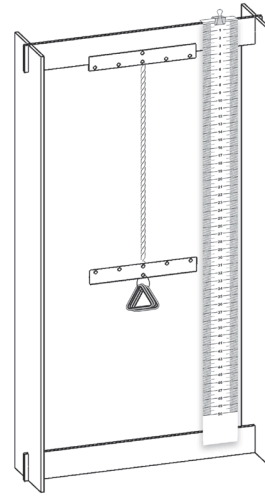
- ג. שנה את מספר הקפיצים המחוברים ללוחית המתכת התחתונה, כמתואר באיורים ה' - ח':
 שני קפיצים (איור ה'), שלושה קפיצים (איור ו'), ארבעה קפיצים (איור ז'), וחמישה קפיצים (איור ח').
 מדוד בכל פעם את אורכו של אחד מהקפיצים, L_T , ורשום בטבלה 1 אותו ואת התארכותו, ΔL .



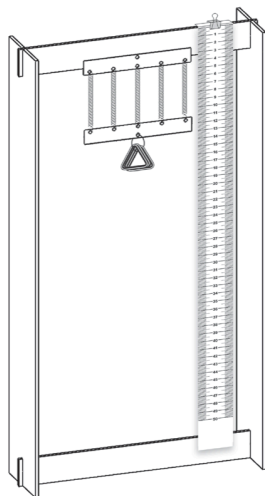
איור ו'



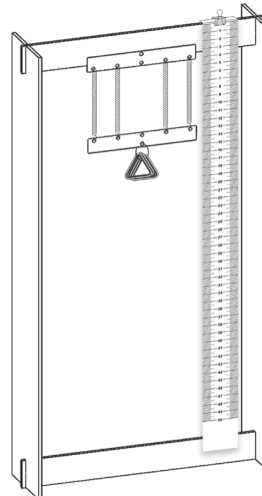
איור ה'



איור ד'



איור ח'



איור ז'

הערות:

- יש למדוד את אורכו הפעיל של הקפיץ כשהוא במנוחה בנקודת שיווי המשקל, וכאשר לוחית המתכת התחתונה נמצאת במצב מאוזן.
- שים לב שנקודת תחילת המדידה של אורך הקפיץ אינה מול קו ה-0 של הסרגל.
- אם נצפה הבדל בין התארכות המערכת בצד ימין לבין התארכותה בצד שמאל - יש להקפיד לבצע את כל המדידות על אותו קפיץ.

טבלה 1

מספר המדידה	מספר הקפיצים n	אורך הקפיץ $L_T [\text{ }]$	התארכות הקפיץ $\Delta L = L_T - L_0 [\text{ }]$
1			
2			
3			
4			
5			

(10 נקודות)

3. סרטט את תרשים הכוחות הפועלים על המערכת הכוללת את ארבע המשקולות עם הטבעת (שמסתן הכוללת בק"ג היא m) ואת הלוחית התחתונה (שמסתה בק"ג היא M), במצב שבו n קפיצים מחוברים במקביל והמערכת במנוחה.

הוכח כי הקשר בין ΔL ל- n הוא: $\Delta L = \frac{(m+M)g}{k} \cdot \frac{1}{n}$, כאשר k הוא קבוע הכוח של קפיץ יחיד.

(6 נקודות)

4. הוסף בראש העמודה הריקה שבטבלה 1 את המשתנה המקיים קשר קווי עם ΔL , על-פי תשובתך לשאלה 3.

רשום את ערכיו במקומות המתאימים בעמודה הריקה.

(2 נקודות)

5. א. סרטט על הנייר המילימטרי (שבעמוד הבא) דיאגרמת פיזור שתתאר את הקשר הקווי בין המשתנה התלוי ובין המשתנה הבלתי-תלוי משאלה 4, על-פי התוצאות שרשמת בטבלה 1. (5 נקודות)

ב. העבר קו מגמה בדיאגרמת הפיזור שסרטטת (הקו הישר המתאים לה ביותר). (5 נקודות)

6. א. חשב את שיפוע הקו, ורשום את היחידות הפיזיקליות שלו. (4 נקודות)

ב. מצא בעזרת שיפוע הקו את קבוע הכוח k של קפיץ יחיד (באמצעות הקשר שהוכחת בשאלה 3), ורשום את יחידותיו הפיזיקליות. הצג את חישוביך.
(4 נקודות)

7. נגדיר את קבוע הכוח של כמה קפיצים המחוברים במקביל כקבוע הכוח של קפיץ אחד שקול, k_T ; כאשר תולים על הקפיץ השקול את אותה המסה - הוא יתארך במידה שווה להתארכות של הקפיצים המחוברים במקביל.

הקף בעיגול את התשובה הנכונה בכל אחד מהסעיפים שלהלן:

א. על-סמך תוצאות המדידות, קבוע הכוח k_T של הקפיץ, השקול לשני קפיצים (שקבוע הכוח של כל אחד מהם הוא k) המחוברים במקביל הוא:

$$1. \frac{1}{2}k \quad 2. k \quad 3. 2k \quad 4. 4k$$

(1 נקודות)

ב. על-סמך תוצאות המדידות, קבוע הכוח k_T של הקפיץ, השקול לשלושה קפיצים (שקבוע הכוח של כל אחד מהם הוא k) המחוברים במקביל הוא:

$$1. 9k \quad 2. k \quad 3. \frac{1}{3}k \quad 4. 3k$$

(1 נקודות)

ג. בהתאם לתשובותיך בסעיפים א' ו-ב', קבוע הכוח k_T של הקפיץ, השקול ל- n קפיצים זהים (שקבוע הכוח של כל אחד מהם הוא k) המחוברים במקביל הוא:

$$1. \frac{n}{2}k \quad 2. k \quad 3. \frac{1}{n}k \quad 4. nk$$

(1 נקודות)

8. סעיף 2 – מציאת קבוע הכוח של קפיץ בדרך דינמית באמצעות חיבור קפיצים במקביל

בסעיף זה נחשב את קבוע הכוח של קפיץ יחיד, מתוך מדידת זמן המחזור T של גוף המבצע תנועה הרמונית פשוטה כשהוא תלוי על קפיצים זהים המחוברים במקביל.

רקע עיוני

גוף המחובר לקפיץ מבצע תנועה הרמונית פשוטה, חד-מימדית, לאורך ציר כלשהו. השקול של הכוחות החיצוניים הפועלים עליו לאורך הציר מהווה כוח מחזיר (הכוח השקול מכוון לעבר נקודת שיווי המשקל של הגוף במנוחה):

$$\Sigma F = -kx$$

כלומר: גודלו של הכוח F נמצא ביחס ישר להעתק x של הגוף מנקודת שיווי המשקל. ניתן להראות שזמן המחזור T של גוף המבצע תנועה הרמונית פשוטה נתון על-ידי:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

כאשר m היא מסת הגוף ו- k הוא קבוע הכוח של הקפיץ. כאשר הגוף מחובר ל- n קפיצים זהים המחוברים במקביל, זמן המחזור T יהיה:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{n \cdot k}}$$

ביצוע הניסוי

הסר מהלוח העליון את סרגל המדידה וארבעה קפיצים, והשאר רק קפיץ אחד המחובר אל החור האמצעי של לוחית המתכת העליונה. חבר את הטבעת עם ארבע המשקולות אל לוחית המתכת המצורפת, ותלה אותן על הקפיץ, כמתואר באיור ד'. בצע את מדידת זמן המחזור באופן הבא:

- הוצא את המערכת **קלות** מנקודת שיווי המשקל על-ידי הרמה קטנה שלה (כ- 1 cm), והחזק אותה במנוחה לפני שחרורה לתנועה.
- שחרר את המערכת ממנוחה לתנועה אנכית. הנח למערכת להתנוודד כמה פעמים, ודא שהתנוודות מתרחשות לאורך ציר אנכי בצורה סדירה, ורק אז הפעל את שעון העצר כאשר המערכת בקצה מסלולה. מנה **עשרים** תנוודות והפסק את פעולת שעון העצר.

הערה: הקפד שהמערכת המתנוודדת אינה פוגעת במסגרת או בשולחן.

רשום את התוצאה שקיבלת ואת זמן המחזור של התנוודות בשורה הראשונה ב**טבלה 2** שבשאלה 9.

(3 נקודות)

9. בצע את מדידת זמן המחזור כמתואר בשאלה 8 עבור שני קפיצים התלויים במקביל זה לזה, כמתואר באיור ה'. הגדל את מספר הקפיצים המחוברים במקביל (3, 4 ו-5), כמתואר באיורים ו', ז' ו-ח', בהתאמה. מדוד בכל פעם את הזמן של עשרים תנוודות וחשב את זמן המחזור. רשום את תוצאות המדידות שקיבלת ב**טבלה 2**.

טבלה 2

מספר המדידה	מספר הקפיצים n	הזמן של עשרים תנוודות $20T$ []	זמן המחזור T []	[]	$\frac{1}{n}$
1					
2					
3					
4					
5					

(12 נקודות)

10.

א. על סמך הרקע העיוני, קבע (סמן בעיגול) איזה מבין המשתנים שלהלן מקיים קשר קווי עם המשתנה $\frac{1}{n}$.

1. T 2. T^2 3. $\sqrt{T}$ 4. $\frac{1}{T}$

הסבר את קביעתך.

(2 נקודות)

ב. על סמך קביעתך בסעיף א', רשום את המשתנה שבחרת ואת יחידותיו הפיזיקליות בראש העמודה הריקה **שבטבלה 2**. רשום את ערכו של המשתנה ואת הערך של $\frac{1}{n}$ המתאים לו בכל שורה.

(2 נקודות)

ג. רשום מהו המשתנה התלוי ומהו המשתנה הבלתי-תלוי.

(2 נקודות)

11. א. סרטט על הנייר המילימטרי (שבעמוד הבא) דיאגרמת פיזור שתתאר את הקשר הקווי בין המשתנה התלוי ובין המשתנה הבלתי-תלוי שקבעת בשאלה 10, על-פי התוצאות שרשמת בטבלה 2.

(5 נקודות)

ב. העבר קו מגמה בדיאגרמת הפיזור שסרטטת (הקו הישר המתאים לה ביותר).

(5 נקודות)

12. א. חשב את שיפוע הקו, ורשום את היחידות הפיזיקליות שלו.

(4 נקודות)

ב. מצא בעזרת שיפוע הקו את קבוע הכוח k של קפיץ יחיד (באמצעות הקשר הנתון ברקע העיוני), ורשום את יחידותיו הפיזיקליות. הצג את חישוביך.

(4 נקודות)

13.

- א. חשב את הסטייה באחוזים בין קבוע הכוח שהתקבל בסעיף 1 של הניסוי, נקרא לו k_1 , ובין קבוע הכוח שהתקבל בסעיף 2 של הניסוי, נקרא לו k_2 , על-פי הביטוי:

$$\frac{\text{ההפרש בין שני קבועי הכוח}}{\text{הממוצע של שני קבועי הכוח}} \cdot 100 = \frac{|k_1 - k_2|}{\left(\frac{k_1 + k_2}{2}\right)} \cdot 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

(3 נקודות)

- ב. חווה דעתך על תוצאת הסטייה שקיבלת.

(1 נקודות)

14. חלק ב': שאלות מניסויי החובה (10 נקודות)

ענה על אחת מבין השאלות 14-15 (לכל שאלה - 10 נקודות).

התנגשות בשני מימדים

- א. כיצד מאפשרת הפלת הכדורים מגובה h להתייחס למרחקי הנפילה האופקיים של הכדורים כאל ווקטורי המהירות שלהם?
(3 נקודות)
- ב. האם חוק שימור התנע מתקיים בשלושת הצירים במהלך נפילת הכדורים?
בתשובתך, התייחס לכל ציר בנפרד ונמק את קביעותיך.
(3 נקודות)
- ג. מהי הזווית המתקבלת, לאחר התנגשות לא מצחית בין שני כדורים זהים, בין וקטור המהירות של הכדור המתנגש ובין וקטור המהירות של הכדור הנייח?
(2 נקודות)
- ד. האם ניתן לבצע את חלק ב' של הניסוי כאשר כדור הפלדה ניצב בתחתית המסילה, ואילו הגולה בעלת המסה הקטנה יותר היא זו שמשתחררת מהמסלול ומתנגשת בו מצחית? נמק את תשובתך.
(2 נקודות)

15. כא"מ ומתח הדקים

א. בניסוי הזה מרכיבים מעגל חשמלי, שבאמצעותו ניתן לחשב את כא"מ הסוללה ואת התנגדותה הפנימית. סרטט את המעגל החשמלי הכולל סוללה, נגד משתנה ומכשירי מדידה אידיאליים (וולטמטר ואמפרמטר).

(3 נקודות)

ב. רשום ביטוי לזרם במעגל כפונקציה של כא"מ הסוללה וההתנגדויות במעגל.

(2 נקודות)

ג. סרטט את הגרף המתאר את הקשר בין מתח ההדקים ובין הזרם במעגל, והסבר כיצד ניתן למצוא מהגרף את הערכים של: כא"מ הסוללה, זרם הקצר וההתנגדות הפנימית של הסוללה.

(3 נקודות)

ד. מדוע כאשר הזרם במעגל גדל בניסוי - מתח ההדקים קטן? נמק את תשובתך.

(2 נקודות)

כל הבגרויות בפיזיקה עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/bagrut/physics