

סוג הבחינה: בגרות לבתי-ספר על-יסודיים

מועד הבחינה: קיץ תשע"ט, 2019

סמל השאלון: 036382

נספחים: 1. חוברת איורים

2. נתונים ונוסחאות בפיזיקה

לחמש יח"ל

## פיזיקה – שאלון חקר

### הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעתיים.

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 לשימוש: מחשבון וסרגל.

ד. הוראות מיוחדות:

1. רשום את כל תשובותיך בגוף השאלון, במקומות המיועדים לכך.

2. כתוב בעט בלבד. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

ה. עמודים 14-15 משמשים לטיוטה.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים 14-15, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).

רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 15 עמודים, חוברת איורים ונוסחאון.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

**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 התארכותו/התכווצותו.

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

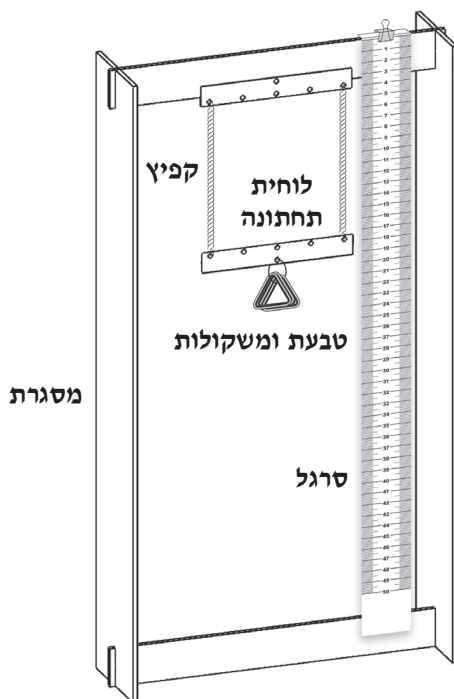
גודלו של הכוח הוא:

כאשר:

- $\Delta L$  – 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.

**הציוד שהשתמשו בו בניסוי**

- מסגרת מלבנית
- טבעת עם ארבע משקולות, שמסתן הכוללת היא 64.0 גרם
- לוחית מתכת עם חורים, שמסתה 18.0 גרם (לוחית תחתונה)
- חמישה קפיצים זהים (באיור שמשמאל נראים שניים מהם)
- סרגל מדידה
- שעון עצר



**המצב ההתחלתי של הניסוי:**

המערכת מורכבת ממסגרת שאליה מוצמד סרגל. על המסגרת תלוי קפיץ במצב רפוי (ראה איור א' בחוברת האיורים).

**ביצוע הניסוי****שאלה 1 (3 נקודות)**

התבונן בחלקו המוגדל של איור א' בחוברת האיורים, ומדוד בעזרת הסרגל את האורך הפעיל של הקפיץ, ללא שתי הלולאות שבקצותיו, במצבו הרפוי. רשום את ערכו:  $L_0 =$  \_\_\_\_\_.

**שאלה 2 (15 נקודות)**

- 3 נק'** א. חיברו את לוחית המתכת התחתונה אל תחתית הקפיץ, ותלו על החור התחתון שלה את הטבעת עם ארבע המשקולות, כמתואר באיור ב' בחוברת האיורים. מדוד את אורכו של הקפיץ,  $L_T$ , ורשום אותו ואת התארכותו,  $\Delta L$ , **בטבלה 1**.
- 2 נק'** ב. רשום את היחידות הפיזיקליות של אורך הקפיץ והתארכותו בסוגריים שבראש העמודות **בטבלה 1**.
- 10 נק'** ג. שינו את מספר הקפיצים המחוברים ללוחית המתכת התחתונה, כמתואר באיורים ג' - ו' בחוברת: שני קפיצים (איור ג'), שלושה קפיצים (איור ד'), ארבעה קפיצים (איור ה'), וחמישה קפיצים (איור ו'). מדוד בחלקו המוגדל של כל אחד מן האיורים האלה את אורכו של אחד מהקפיצים, ורשום את התוצאות **בטבלה 1**.

**טבלה 1**

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



### שאלה 3 (6 נקודות)

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

הוכחה

תרשים כוחות

---



---



---



---

### שאלה 4 (2 נקודות)

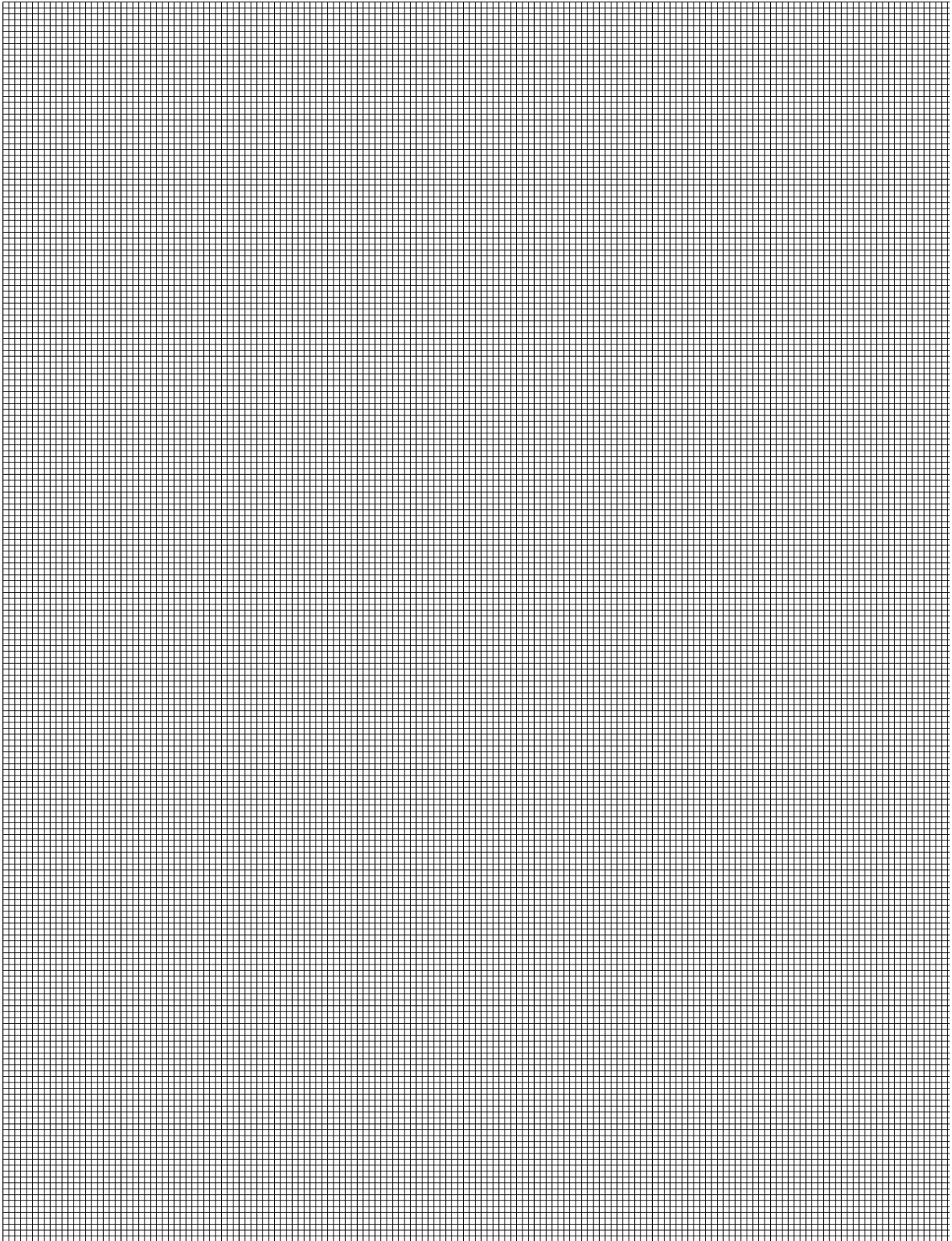
הוסף בראש העמודה הריקה **שבטבלה 1** את המשתנה המקיים קשר קווי עם  $\Delta L$ , על-פי תשובתך לשאלה 3. רשום את ערכיו במקומות המתאימים בעמודה הריקה.

### שאלה 5 (10 נקודות)

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

**הערה:** תוכל להשתמש גם בגיליון האלקטרוני. אם השתמשת בו, הדבק את מדבקת הנבחן שלך גם על גבי תדפיס המחשב וצרף אותו לשאלון.



לרשותך נייר מילימטרי נוסף בעמוד 13, למקרה הצורך.

## שאלה 6 (8 נקודות)

(4 נק') א. חשב את שיפוע הקו, ורשום את היחידות הפיזיקליות שלו.

---



---



---

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

---



---



---

## שאלה 7 (3 נקודות)

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:

(1 נק') 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.  $\frac{1}{2}k$     2.  $k$     3.  $2k$     4.  $4k$

(1 נק') 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.  $9k$     2.  $k$     3.  $\frac{1}{3}k$     4.  $3k$

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

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

**סעיף 2 – מצירת 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):

$$\Sigma \vec{F} = -k\vec{x}$$

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:

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

**תיאור ביצוע הניסוי****שאלה 8 (3 נקודות)**

התבונן באיור ב' בחוברת האיורים.

ביצעו את מדידת זמן המחזור באופן הבא:

- הוציאו את המערכת **קלות** מנקודת שיווי המשקל על-ידי הרמה קטנה שלה (כ-1 [cm]).
- שיחררו את המערכת ממנוחה לתנועה אנכית. המערכת החלה להתנדוד לאורך ציר אנכי. הפעילו את שעון העצר, ספרו **עשרים** תנדודות והפסיקו את פעולת שעון העצר.
- את התוצאה שהתקבלה רשמו בשורה הראשונה **בטבלה 2** שבשאלה 9.
- חשב את זמן המחזור של התנדודות ורשום אותו בשורה הראשונה **בטבלה 2** שבשאלה 9.



## שאלה 9 (12 נקודות)

ביצעו את מדידת זמן המחזור כמתואר בשאלה 8 עבור שני קפיצים התלויים במקביל זה לזה, כמתואר באיור ג' בחוברת האיורים. הגדילו את מספר הקפיצים המחוברים במקביל (3, 4 ו-5), כמתואר באיורים ד', ה' וז' בחוברת, בהתאמה. מדדו בכל פעם את הזמן של עשרים תנודות ורשמו אותו בטבלה 2.

חשב את זמן המחזור בכל אחד מן המקרים, ורשום אותו בטבלה 2.

טבלה 2

$\frac{1}{n}$	[ ]	זמן המחזור T [ ]	הזמן של עשרים תנודות 20 T [sec]	מספר הקפיצים n	מספר המדידה
			21.81	1	1
			15.41	2	2
			12.94	3	3
			11.53	4	4
			10.27	5	5

## שאלה 10 (6 נקודות)

2 נק') 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 נק') 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 נק') ג. רשום מהו המשתנה התלוי ומהו המשתנה הבלתי-תלוי.

---



---

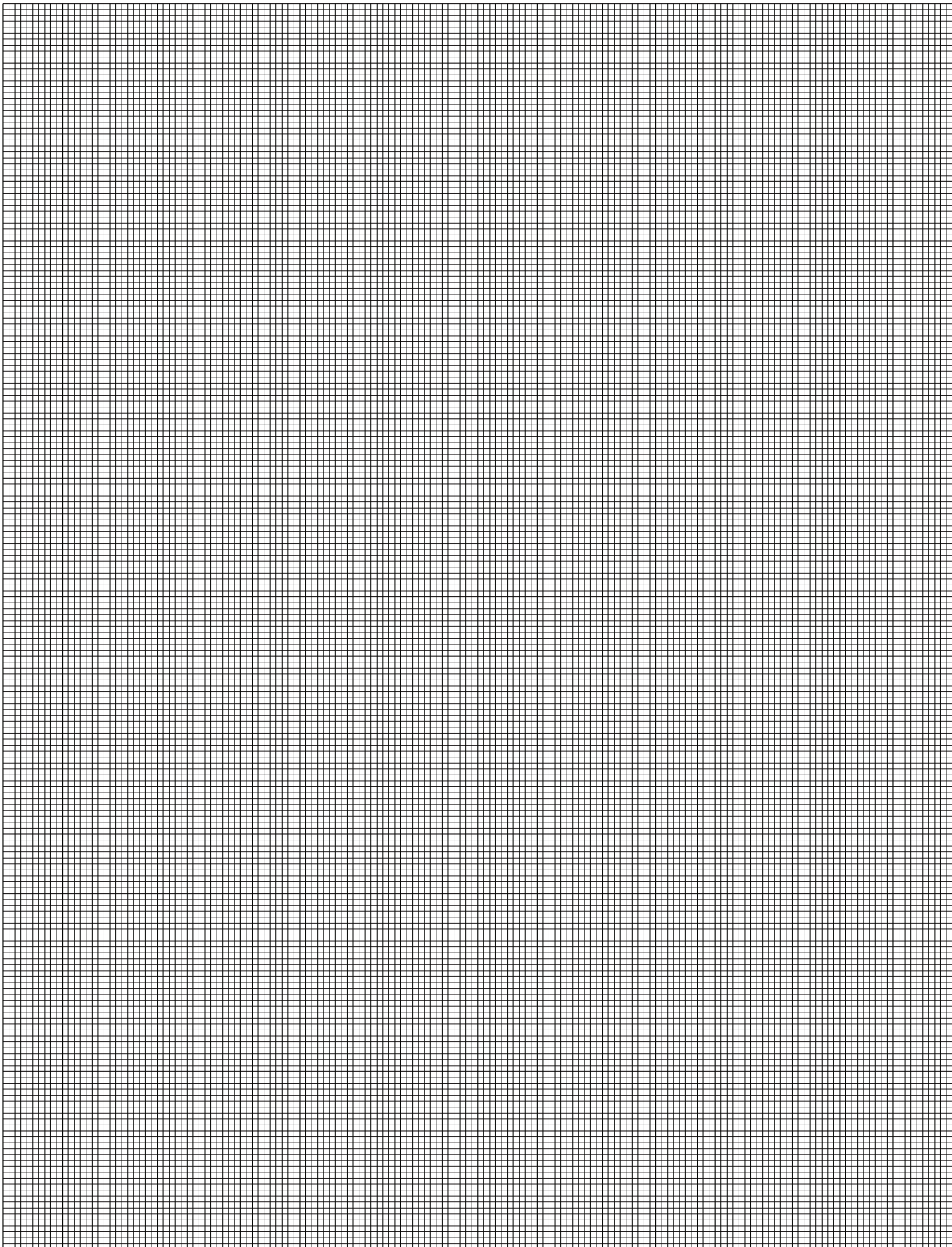
## שאלה 11 (10 נקודות)

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

הערה: תוכל להשתמש גם בגיליון האלקטרוני. אם השתמשת בו, הדבק את מדבקת הנבחן שלך גם על גבי תדפיס המחשב וצרף אותו לשאלון.





לרשותך נייר מילימטרי נוסף בעמוד 13, למקרה הצורך.



## שאלה 12 (8 נקודות)

א. (4 נק') חשב את שיפוע הקו, ורשום את היחידות הפיזיקליות שלו.

---



---



---

ב. (4 נק') מצא בעזרת שיפוע הקו את קבוע הכוח  $k$  של קפיץ יחיד (באמצעות הקשר הנתון ברקע העיוני), ורשום את יחידותיו הפיזיקליות. הצג את חישוביך.

---



---



---

## שאלה 13 (4 נקודות)

א. (3 נק') 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:

$$\frac{\text{הפרש בין שני קבועי הכוח}}{\text{הממוצע של שני קבועי הכוח}} \cdot 100 = \frac{|k_1 - k_2|}{\left(\frac{k_1 + k_2}{2}\right)} \cdot 100 = \underline{\hspace{10em}}$$

ב. (1 נק') חווה דעתך על תוצאת הסטייה שקיבלת.

---



---

**חלק ב': שאלות מניסויי החובה (10 נקודות)**

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

**שאלה 14 (10 נקודות)****התנגשות בשני מימדים**

**א. (3 נק')** כיצד מאפשרת הפלת הכדורים מגובה  $h$  להתייחס למרחקי הנפילה האופקיים של הכדורים כאל וקטורי המהירות שלהם?

---



---



---

**ב. (3 נק')** האם חוק שימור התנע מתקיים בשלושת הצירים במהלך נפילת הכדורים? בתשובתך, התייחס לכל ציר בנפרד ונמק את קביעותיך.

---



---



---

**ג. (2 נק')** מהי הזווית המתקבלת, לאחר התנגשות לא מצחית בין שני כדורים זהים, בין וקטור המהירות של הכדור המתנגש ובין וקטור המהירות של הכדור הנייח?

---



---



---

**ד. (2 נק')** 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.

---



---



---



## שאלה 15 (10 נקודות)

כא"מ ומתח הדקים

א. (3 נק') 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).

ב. (2 נק') רשום ביטוי לזרם במעגל, כפונקצייה של כא"מ הסוללה וההתנגדויות במעגל.

---



---

ג. (3 נק') סרטט את הגרף המתאר את הקשר בין מתח ההדקים ובין הזרם במעגל, והסבר כיצד ניתן למצוא מהגרף את הערכים של: כא"מ הסוללה, זרם הקָצָר וההתנגדות הפנימית של הסוללה.

---



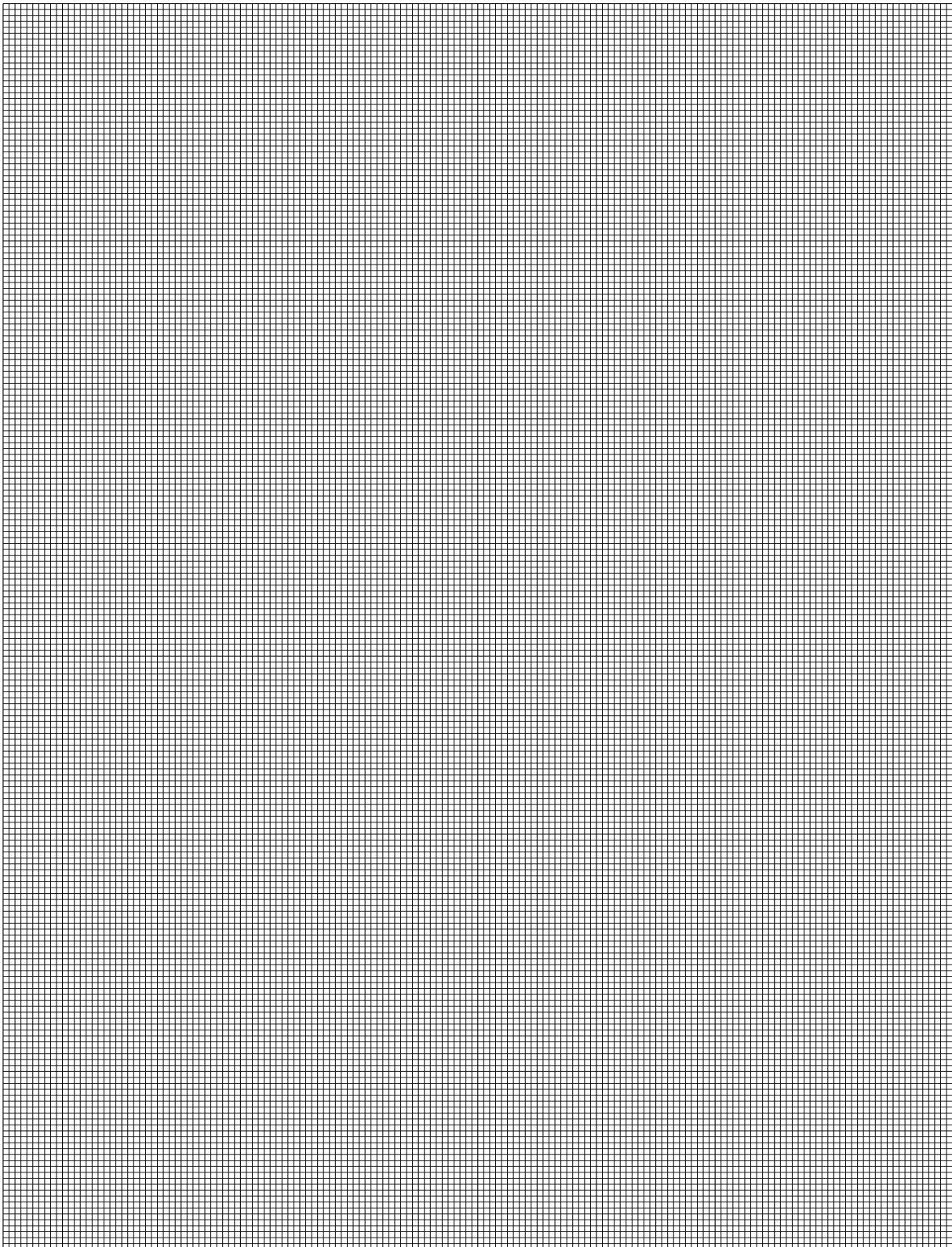
---

ד. (2 נק') מדוע כאשר הזרם במעגל גדל בניסוי – מתח ההדקים קטן? נמק את תשובתך.

---



---



## טיוטה



## טיוטה

**בהצלחה!**

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.  
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

# חֹבֶרֶת אִיּוֹרִים

פיזיקה – שאלון חקר

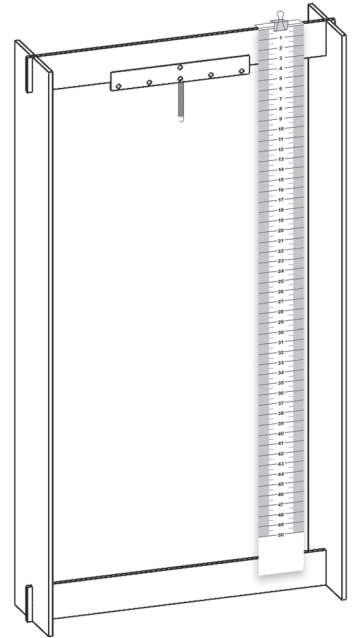
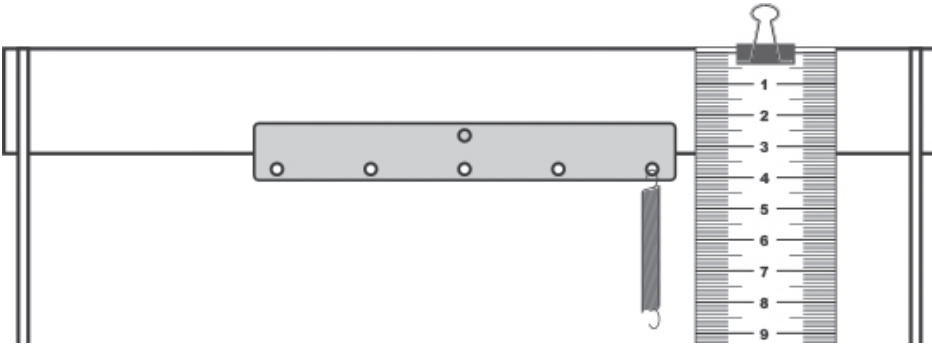
סמל שאלון 036382

קיץ תשע"ט

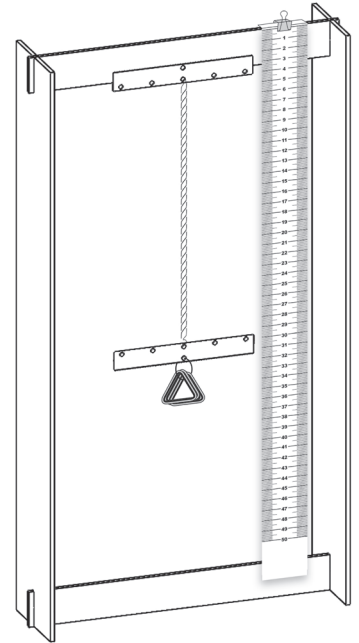
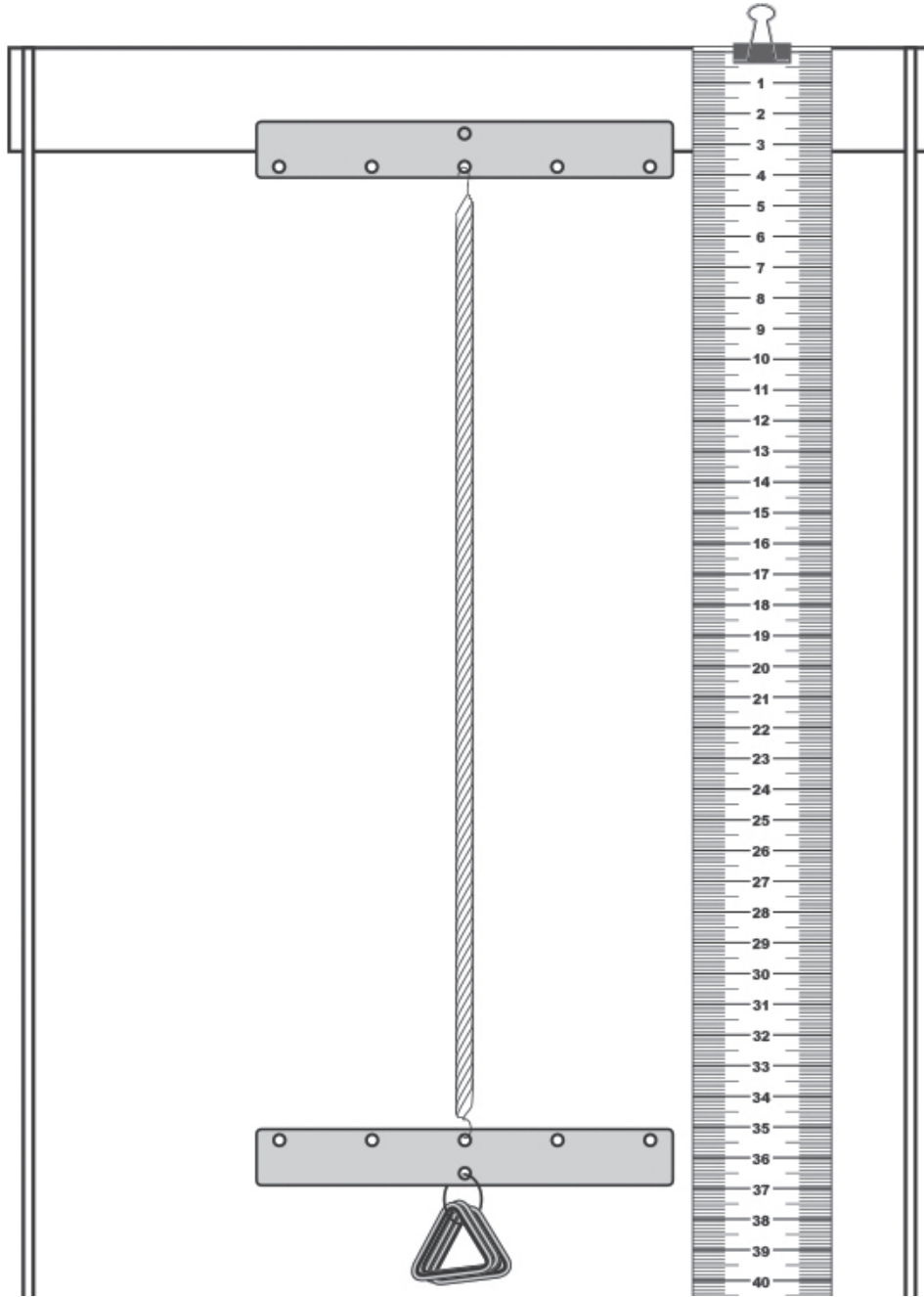
בחֹבֶרֶת זו 7 עמודים



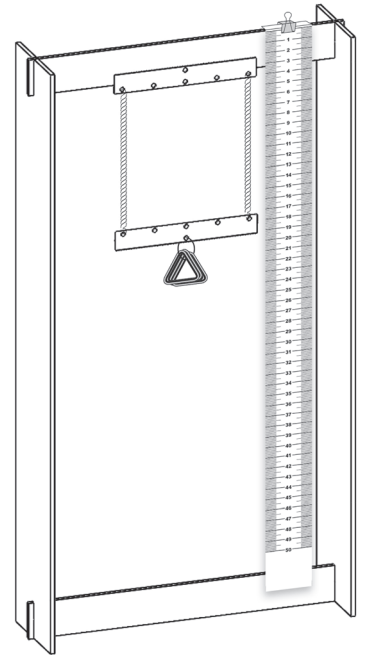
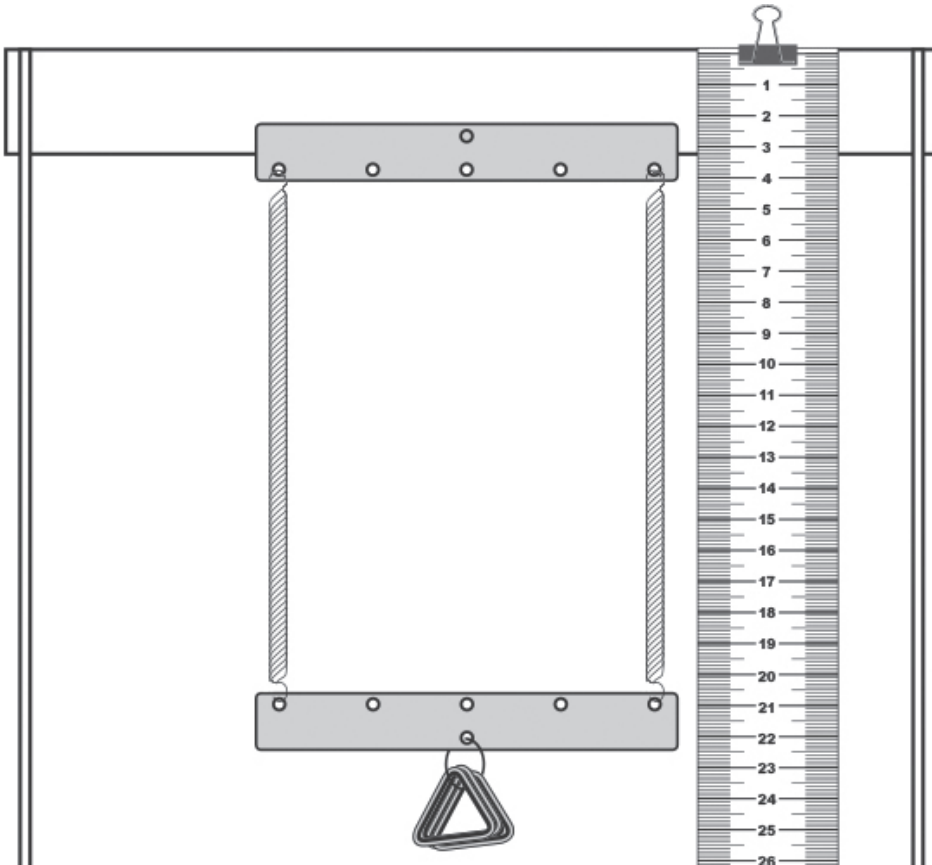
## איור א'



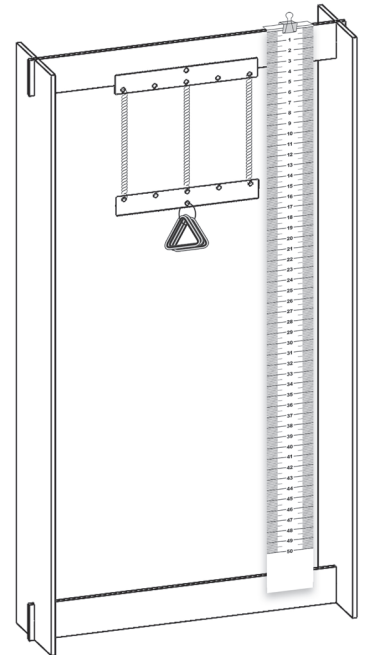
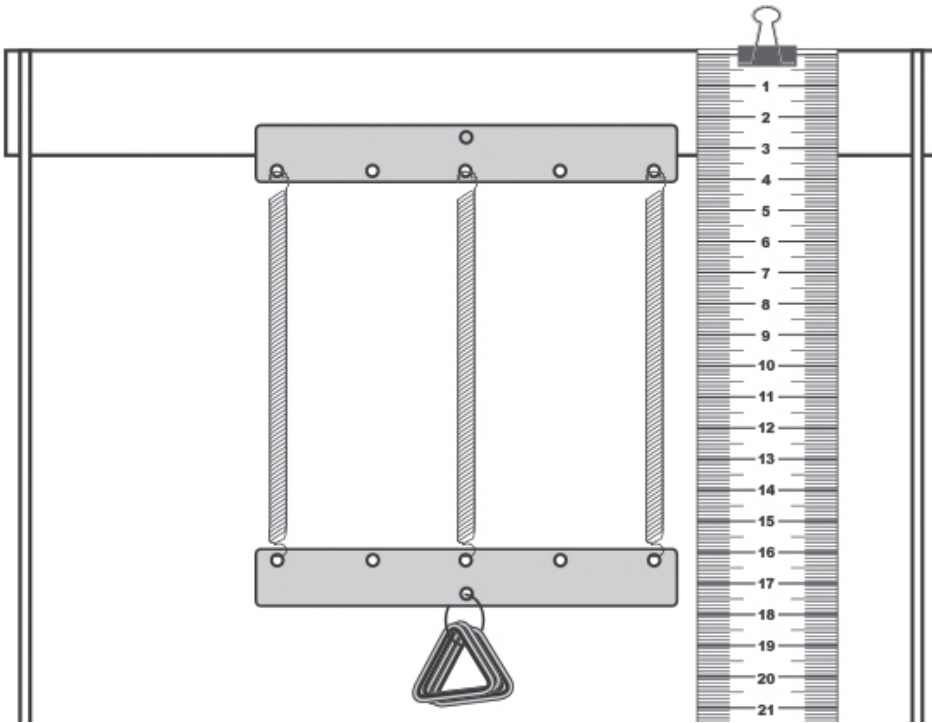
## איור ב'



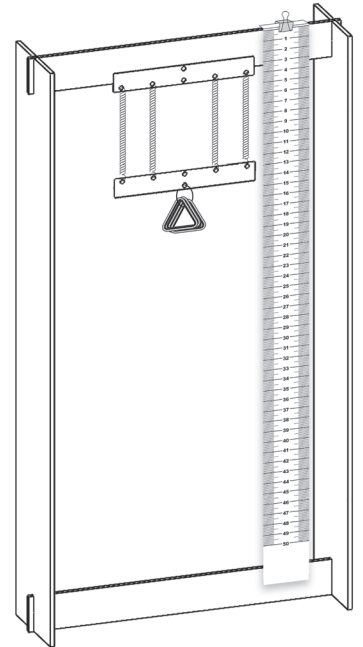
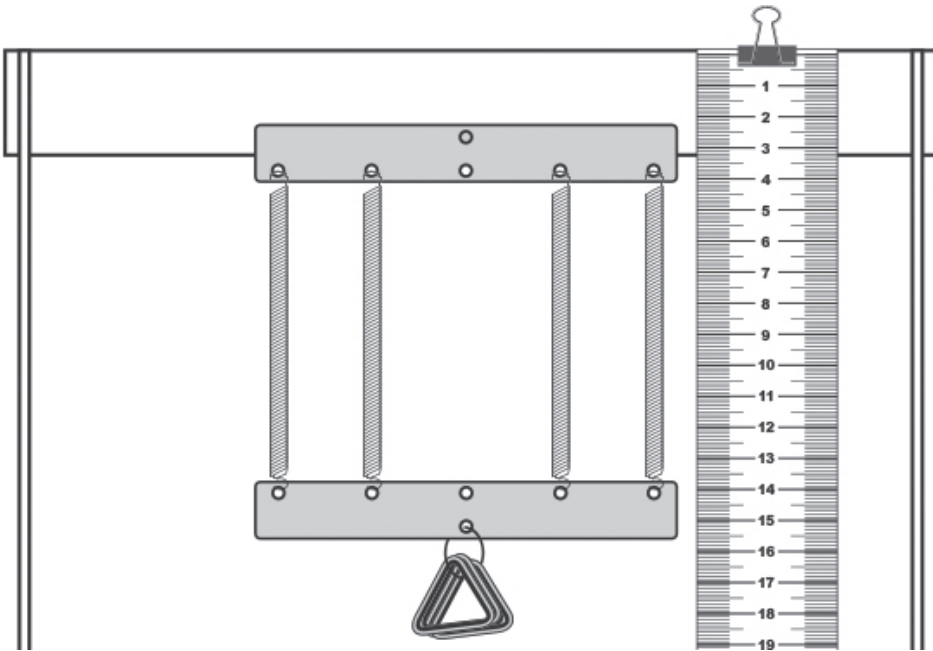
## איור ג'



## איור ד'



## איור ה'



# איור ו'

