

משדד החינוך
המנהל הפדגוגי
אגף בכיר בחינוך

מחברת בחינה

לנבחנים ולנבחנות שלום,
נא לקרוא את ההוראות בעמוד זה ולמלא אותן בדיוקנות. אי־מילוי ההוראות עלול לגרום לתקלות ואף להביא לידי פסילת הבחינה.
הבחינה נועדה לבדוק הישגים אישיים, ולכן יש לעבוד עבודה עצמית בלבד. בזמן הבחינה אין להיעזר בזולת ואין לתת או לקבל חומר בכתב או בעל פה.
אין להכניס לחדר הבחינה חומר עזר — ספרים, מחברות, רשימות — פרט ל"חומר עזר מותר בשימוש" המפורט בגוף השאלון או בהוראות מוקדמות של המשרד. כמו כן אין להכניס לחדר הבחינה טלפונים או מחשבים ניידים. שימוש בחומר עזר שאינו מותר יוביל לפסילת הבחינה.
כל חומר עזר שאינו מותר בשימוש, יש למסור למשגיח לפני תחילת הבחינה.
לאחר סיום כתיבת הבחינה יש למסור את המחברת למשגיח ולעזוב בשקט את חדר הבחינה.

יש להקפיד על טוהר הבחינות !

הוראות לבחינה

- יש לוודא כי במדבקות הנבחן שקיבלת מודפסים הפרטים האישיים שלך, ובמדבקות השאלון שקיבלת מודפסים פרטי השאלון המיועד לך.
- אם לא קיבלת מדבקה, יש למלא בכתב יד את הפרטים במקום המיועד למדבקת הנבחן.
- אסור לכתוב בשולי המחברת (החלק המקווקו) משום שחלק זה לא ייסרק.
- לטיוטה ישמשו אך ורק דפי מחברת הבחינה שיועדו לכך.
- אין לתלוש או להוסיף דפים. מחברת שתוגש לא שלמה תעורר חשד לאי־קיום טוהר הבחינות.
- אין לכתוב שם בתוך המחברת, משום שהבחינה נבדקת בעילום שם.
- אין להוסיף או לשנות שום פרט במדבקות, כדי למנוע עיכוב בזיהוי המחברת וברישום הציונים.

בהצלחה !

12 17 סמל שאלון رقم النموذج שם השאלון اسم النموذج יש להדביק כאן ↑ מדבקת שאלון يجب هنا ↑ إلصاق ملصقة نموذج امتحان	18 21 מועד موعد 37 32 31 סמל ב"ס رقم المدرسة 23 מס' תעודת זהות رقم الهوية יש להדביק כאן ↑ מדבקת נבחן (ללא שם) يجب هنا ↑ إلصاق ملصقة ممتحن (بدون اسم)	מדבקות לנבחן ملصقة ممتحن
---	--	-----------------------------

* הוראות בשפה הערבית מעבר לדף
* التعلیمات باللغة العربية على ظهر الصفحة

יש לסמן במשבצת ☐ אם ניתן שאלון נוסף
يجب الإشارة في المربع إذا أُعطي نموذج امتحان إضافي

وزارة التربية والتعليم

القسم الكبير للامتحانات

الإدارة التربويّة

دفتر امتحان

تحيّة للممتحنين وللممتحنات !

الرجاء قراءة التعليمات في هذه الصفحة والعمل وفقاً لها بدقة. عدم تنفيذ التعليمات قد يؤدي إلى عواقب مختلفة وحتى إلى إلغاء الامتحان. أعدّ الامتحان لفحص تحصيلاتك الشخصية، لذلك يجب العمل بشكل ذاتي فقط. أثناء الامتحان، لا يُسمح طلب المساعدة من الغير ويُمنع إعطاء أو أخذ موادّ مكتوبة أو شفهيّة.

لا يُسمح إدخال موادّ مساعدة – كتب، دفاتر، قوائم – إلى غرفة الامتحان، باستثناء "موادّ مساعدة يُسمح استعمالها" المفصّلة في نموذج الامتحان أو في تعليمات مسبقة من الوزارة. كما لا يُسمح إدخال هواتف أو حواسيب محمولة إلى غرفة الامتحان. استعمال موادّ مساعدة غير مسموح بها يؤدي إلى إلغاء الامتحان.

يجب تسليم كلّ مادّة مساعدة لا يُسمح استعمالها للمراقب قبل بدء الامتحان. بعد الانتهاء من كتابة الامتحان، يجب تسليم الدفتر للمراقب، ومغادرة غرفة الامتحان بهدوء.

يجب التقيد بنزاهة الامتحانات !

تعليمات للامتحان

1. يجب التأكّد بأنّ تفاصيلك الشخصية مطبوعة على ملصقات الممتحن التي حصلت عليها، وبأنّ تفاصيل نموذج الامتحان المعدّ لك مطبوعة على ملصقات نموذج الامتحان التي حصلت عليها.
2. في حال عدم حصولك على ملصقة، يجب ملء التفاصيل في المكان المعدّ لملصقة الممتحن، بخطّ يد.
3. لا يُسمح الكتابة في هوامش الدفتر (في المنطقة المخطّطة)، لأنّه لن يتمّ مسح ضوئيّ لهذه المنطقة.
4. للمسوّدة تُستعمل أوراق دفتر الامتحان المعدّة لذلك فقط.
5. يُمنع نزع أو إضافة أوراق. الدفتر الذي يُسلم ناقصاً يُثير الشكّ بعدم الالتزام بنزاهة الامتحانات.
6. لا يُسمح كتابة الاسم داخل الدفتر، لأنّ الامتحان يُفحص بدون ذكر اسم.
7. لا يُسمح إضافة أو تغيير أيّة تفاصيل في الملصقات، وذلك لمنع عوائق في تشخيص الدفتر وفي تسجيل العلامات.

نتمنّى لكم النّجاح!

סוג הבחינה: בגרות לבתי-ספר על-יסודיים
מועד הבחינה: קיץ תשע"ט, 2019
סמל השאלון: 036386
נספח: נתונים ונוסחאות בפיזיקה
לחמש יח"ל

מדינת ישראל

משרד החינוך

פיזיקה – מעבדת חקר

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שתיים 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 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. עמוד 15 משמש להערות הבוחן, ועמודים 16–17 משמשים לטיוטה.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים 16–17, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 17 עמודים ונוסחאון.

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

המשך מעבר לדף

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:

- 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 הציווד

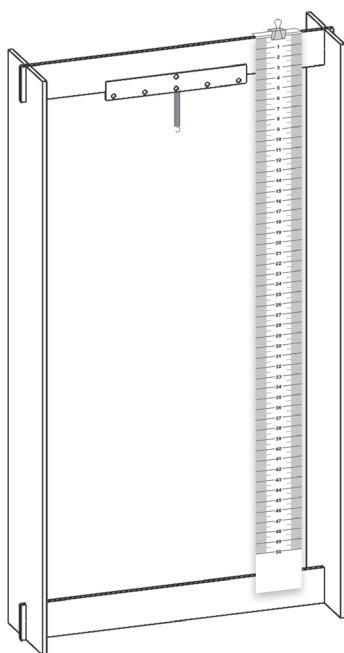
1. ערכת הניסוי מכילה:

- 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

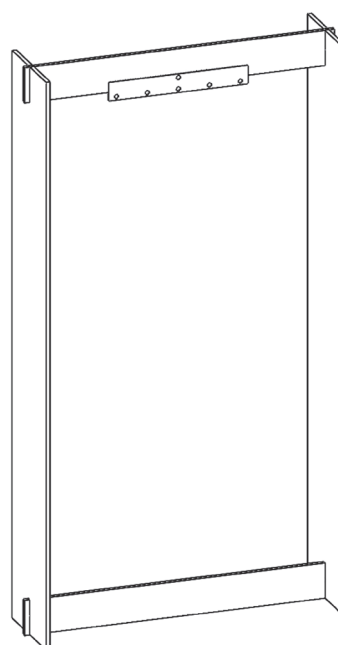
- הרכב את המסגרת, כמתואר באיור א'. כדי שהיא תהיה יציבה, הקפד שהלוחות האופקיים (הצירים יותר) יוכנסו ללוחות האנכיים עד סוף המגרעות (החריצים).
- קח את סרגל הקרטון וקפל את קצהו בהתאם לסימון שעליו, כמתואר באיור ב'.
- הנח את הסרגל על הלוח העליון, כך שהצד הממוספר שלו יהיה מופנה כלפיך, והצמד אותו אל הלוח העליון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



איור ג'



איור ב'



איור א'

ביצוע הניסוי

שאלה 1 (3 נקודות)

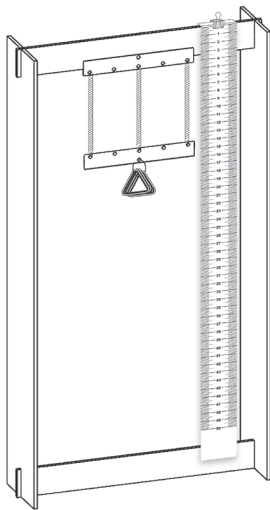
מדוד בעזרת הסרגל את אורכו של הקפיץ במצבו הרפוי. רשום את ערכו $L_0 =$ _____.

הערה: יש למדוד את האורך הפעיל של הקפיץ, ללא שתי הלולאות שבקצותיו.

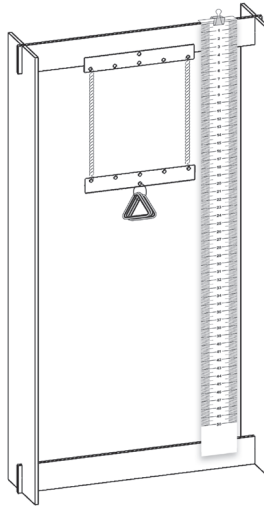


שאלה 2 (15 נקודות)

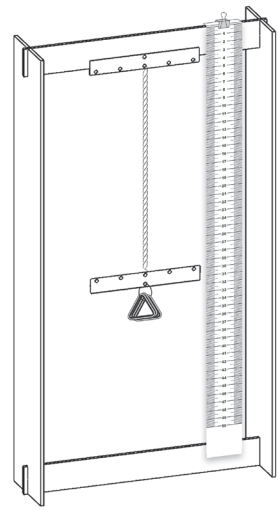
- (3 נק') א. חבר את הטבעת עם ארבע המשקולות אל החור התחתון בלוחית המתכת המצורפת, ותלך אותן על הקפיץ, כמתואר באיור ד'. מדוד את אורכו של הקפיץ, L_T , ורשום אותו ואת התארכותו, ΔL , **בטבלה 1**.
- (2 נק') ב. רשום את היחידות הפיזיקליות של אורך הקפיץ והתארכותו בסוגריים שבראש העמודות **בטבלה 1**.
- (10 נק') 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 .



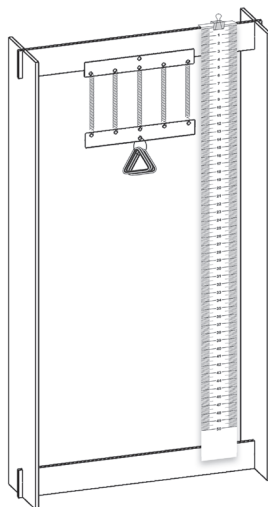
איור ו'



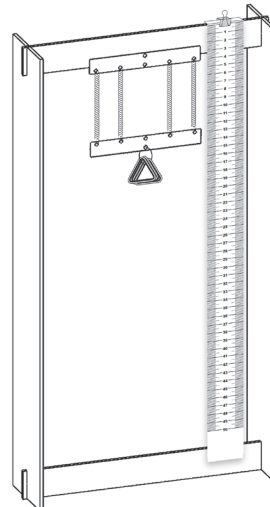
איור ה'



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 []	התארכות הקפיץ $\Delta L = L_T - L_0$ []	
1				
2				
3				
4				
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 ΔL ל- n הוא: $\Delta L = \frac{(m+M)g}{k} \cdot \frac{1}{n}$, כאשר k הוא קבוע הכוח של קפיץ יחיד.

תרשים כוחות**הוכחה**

שאלה 4 (2 נקודות)

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.



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).

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:

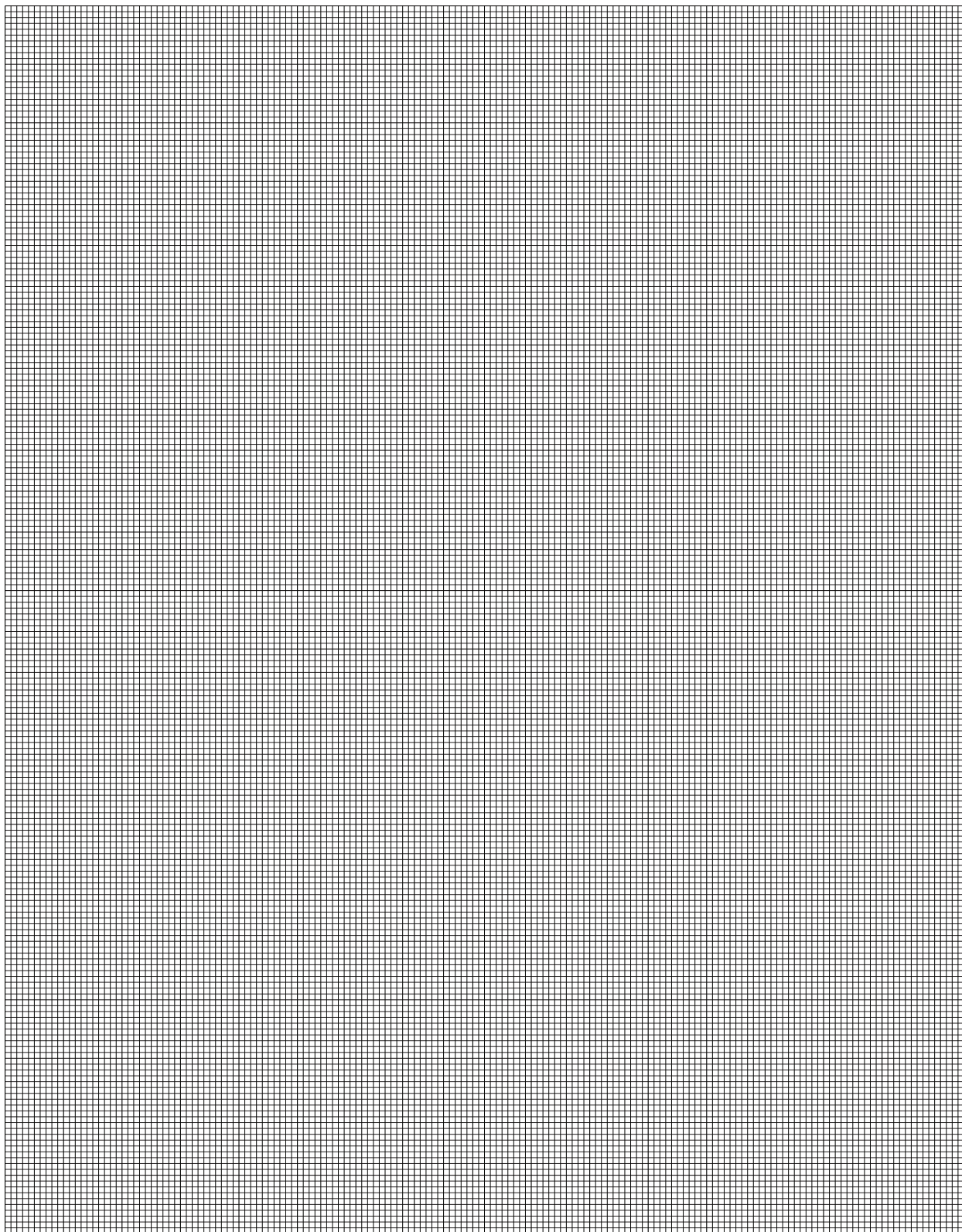
1. $\frac{1}{2}k$ 2. k 3. $2k$ 4. $4k$

- 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 זהים (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



לרשותך נייר מילימטרי נוסף בעמוד 14, למקרה הצורך.

המשך בעמוד 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):

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

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:

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

ביצוע הניסוי

שאלה 8 (3 נקודות)

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, ותגלה 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 להתנווד כמה פעמים, ודא שהתנוודות מתרחשות לאורך ציר אנכי בצורה סדירה, ורק אז הפעל את שעון העצר כאשר המערכת בקצה מסלולה. מְיָה עשרים תנוודות והפסק את פעולת שעון העצר.

הערה: הקפד שהמערכת המתנוודת אינה פוגעת במסגרת או בשולחן.

רשום את התוצאה שקיבלת ואת זמן המחזור של התנוודות בשורה הראשונה בטבלה 2 שבשאלה 9.



שאלה 9 (12 נקודות)

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 תנודות וחשב את זמן המחזור.

רשום את תוצאות המדידות שקיבלת **בטבלה 2**.

טבלה 2

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

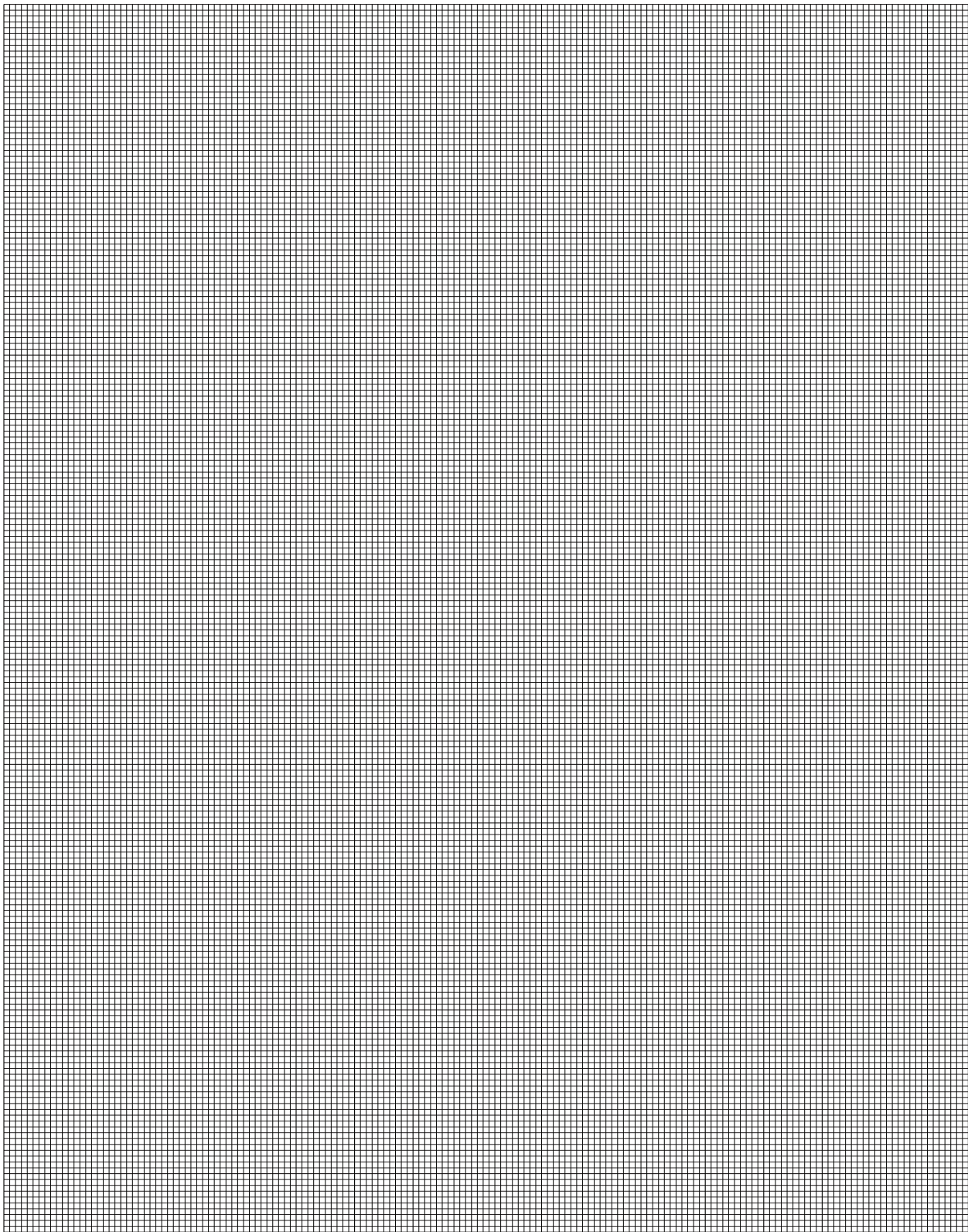
(2 נק') ג. רשום מהו המשתנה התלוי ומהו המשתנה הבלתי-תלוי.

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).

◀ המשך בעמוד 10



לרשותך נייר מילימטרי נוסף בעמוד 14, למקרה הצורך.



שאלה 12 (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 הנתון ברקע העיוני), ורשום את יחידותיו הפיזיקליות. הצג את חישוביך.

שאלה 13 (4 נקודות)

(3 נק') 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:

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

(1 נק') ב. 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

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

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

(2 נק') 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 נק') ד. האם ניתן לבצע את חלק ב' של הניסוי כאשר כדור הפלדה ניצב בתחתית המסילה, ואילו הגולה בעלת המסה הקטנה יותר היא זו שמשחררת מהמסלול ומתנגשת בו מצחית? נמק את תשובתך.



שאלה 15 (10 נקודות)

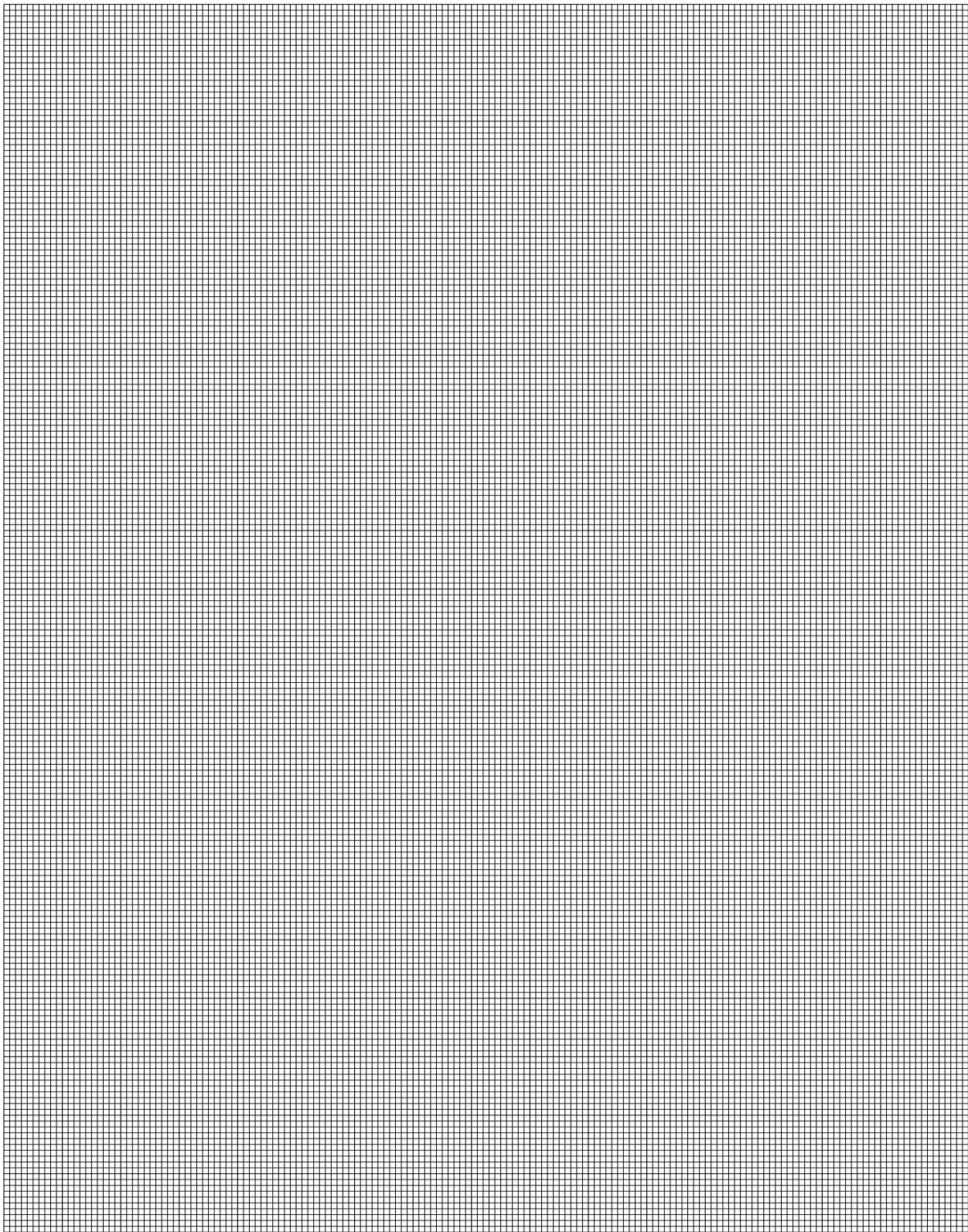
כא"מ ומתח הדקים

(3 נק') 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).

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

(3 נק') 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.

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





הערות הבוחן



טיוטה



טיוטה

בהצלחה!

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

מדבקת משגיח
ملصقة مراقب

"אתך בכל מקום, גם בבגרות.
בהצלחה, מועצת התלמידים והנוער הארצית"
"معك في كل مكان، وفي البجروت أيضًا.
بالنجاح، مجلس الطلاب والشبيبة القطري"