

סוג הבחינה: בגרות

מועד הבחינה: קיץ תשפ"א

מספר השאלון: 036382

שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

שאלון חקר - 5 יחידות לימוד

הוראות

- א. משך הבחינה: שעהיים וחצי.
 - ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבע-עשרה שאלות. עליך לענות על כולן. סה"כ - 100 נקודות.
 - ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון וסרגל.
 - ד. הוראות מיוחדות: כתוב 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.

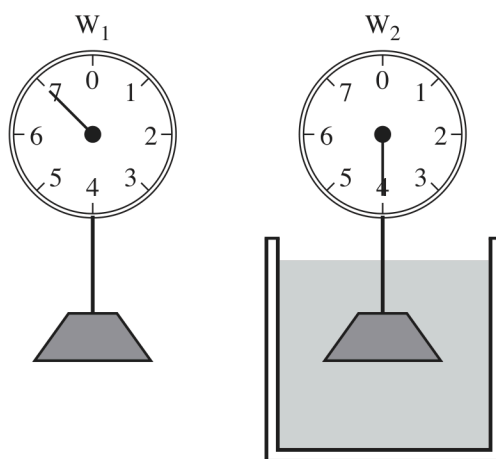
בהצלחה!

השאלות

1. מציאת הקשר בין משקלו של גוף באוויר למשקלו בנוזל

רקע עיוני

כאשר תולים גוף על מד כוח כשהגוף נמצא באוויר, מד הכוח מורה ערך מסוים השווה בגודלו למשקל הגוף, W_1 . כאשר משקיעים בנוזל את כל הגוף, כשהוא תלוי על מד הכוח, כך שהוא לא ייגע בדופנות הכלי או בקרקעיתו - מד הכוח מורה על ערך קטן יותר - W_2 .

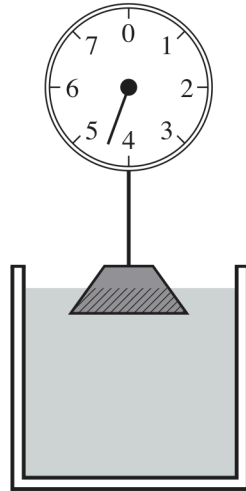


$$W_1 > W_2$$

כאשר הגוף שקוע רק בחלקו בנוזל, מד הכוח מורה על ערך ביניים כלשהו, בין W_1 ל- W_2 . הסיבה לכך היא, שהגוף מפעיל על הנוזל כוח כלפי מטה, והנוזל מפעיל על הגוף כוח כלפי מעלה, זאת על-פי החוק השלישי של ניוטון.

הכוח שנוזל מפעיל כלפי מעלה על גוף השקוע בו מכונה **כוח הציפה**, והוא מסומן F_B . מניתוח של הכוחות הפועלים על הגוף השקוע בנוזל, מתקבל שכוח הציפה שווה להפרש שבין הערך שמורה מד הכוח כשהגוף תלוי באוויר, W_1 , ובין הערך שמורה מד הכוח כשהגוף שקוע בנוזל, W_2 :

$$(1) \quad F_B = W_1 - W_2$$



את התופעה הזו גילה ארכימדס, והיא מכונה **חוק ארכימדס**.
 החוק קובע שכוח הציפה שמופעל על הגוף שווה בגודלו למשקל נפח הנוזל שנדחה על-ידי הגוף.
 מכאן, כוח הציפה נתון בביטוי:

$$(2) \quad F_B = \rho \cdot g \cdot V$$

ρ - צפיפות הנוזל (ניתן להתעלם מצפיפות האוויר)
 V - נפח החלק השקוע בנוזל, מתוך הגוף כולו (החלק המקווקו שבתרשים)
 g - תאוצת הכובד
 אחת השיטות המקובלות למדידת כוח היא באמצעות קפיץ. על-פי **חוק הוק**, קיים יחס ישר בין גודל הכוח הפועל על הקפיץ ובין התארכותו, לפי הקשר:

$$(3) \quad F = k \cdot \Delta L$$

k - קבוע הכוח של הקפיץ
 ΔL - התארכות הקפיץ ביחס למצבו ההתחלתי, L_0 .
 בניסוי זה יש למצוא בעזרת חוק ארכימדס את צפיפותו של נוזל (מים) בשני אופנים.
חלק א' - מציאת צפיפות המים כאשר הגוף שקוע במלואו במים ומסתו משתנה
תיאור הניסוי

שינו את מסתו של גוף התלוי על קפיץ, ובכל פעם השקיעו את הגוף במלואו במים. באמצעות הקשר בין התארכות הקפיץ לכוח שהגוף מפעיל על הקפיץ מצאו את צפיפות המים.

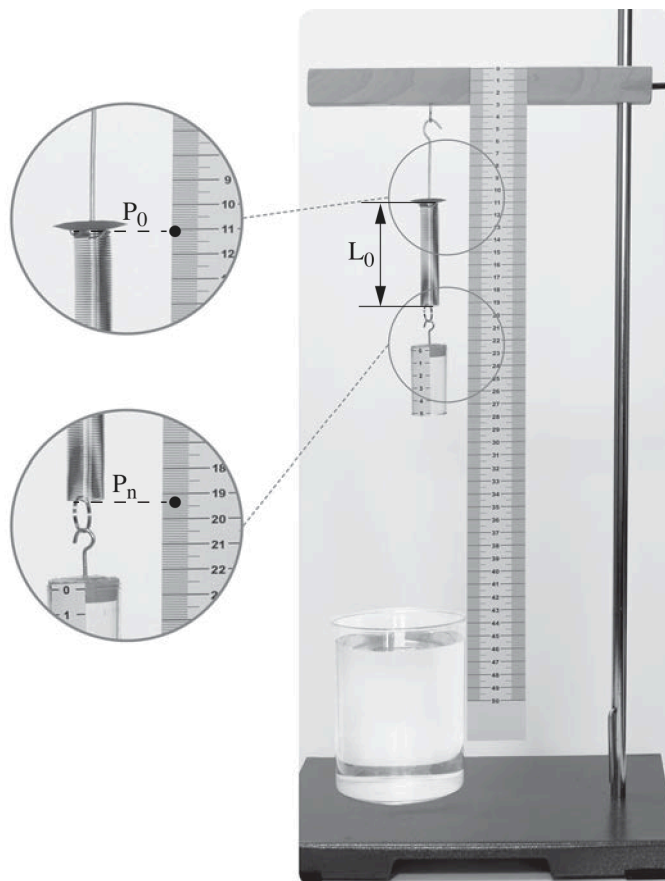
רשימת הציוד שהשתמשו בו בניסוי

- כַּן תלייה שמחוברת לו זרוע עץ עם וו;
- 7 משקולות שמסת כל אחת מהן $m = 20 \text{ [gr]}$;
- קופסה גלילית בעלת מכסה שמחובר לו וו;
- סרגל;
- קפיץ;
- כוס שבתוכה מים.

מהלך הניסוי

מרכיבים את המערכת כמתואר בתצלום:

נתון כן שמחוברת לו זרוע מעץ. לזרוע מחובר קפיץ שבקצהו קופסה. מתחת לקופסה מוצבת כוס בצורת גליל שבתוכה מים.



מדידות

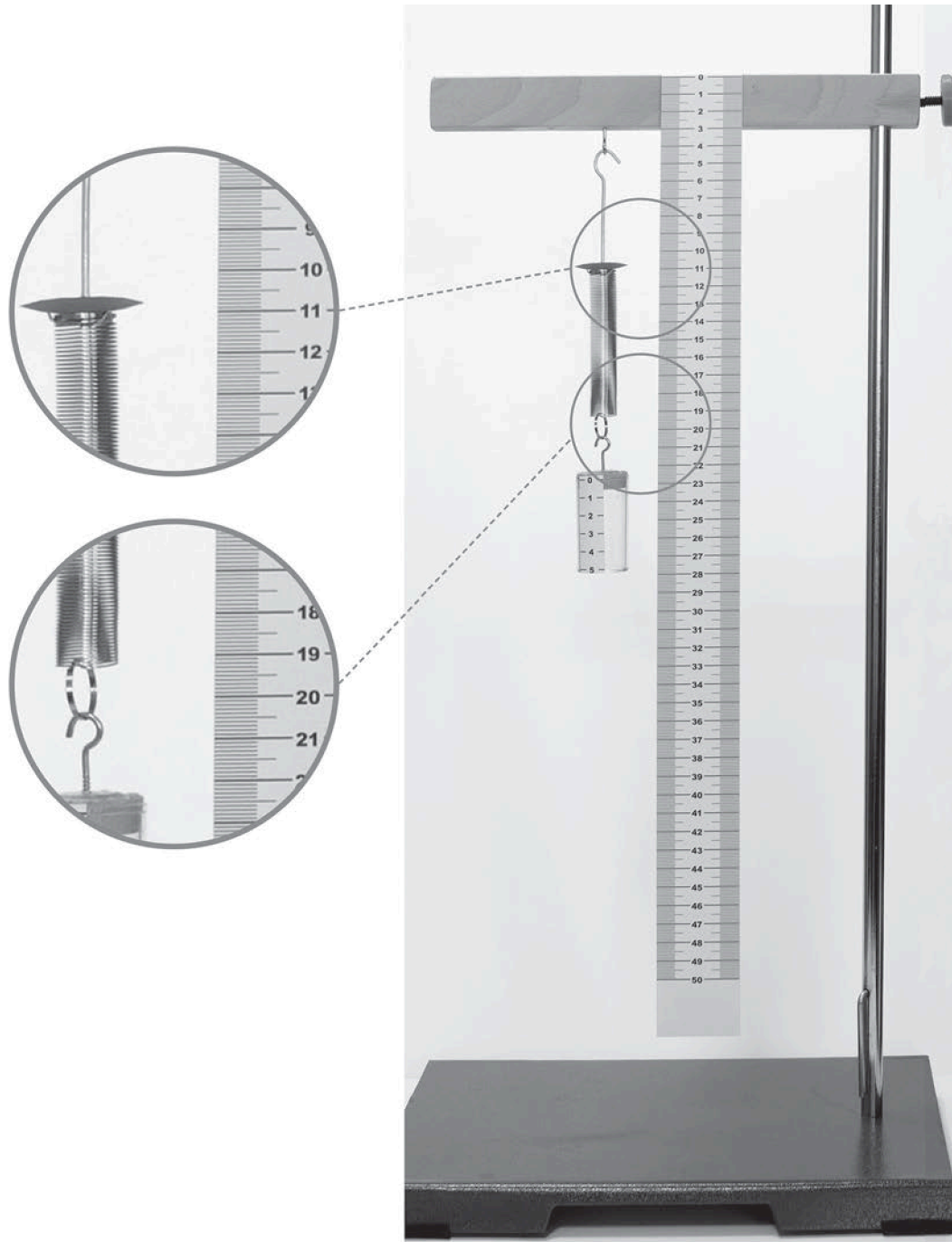
במהלך הניסוי תידרש לערוך מדידות של אורך הקפיץ, L , על-פי התצלומים שבחוברת התצלומים.

התבונן בחלקו המוגדל של תצלום 1 שבחוברת התצלומים, ומדוד בעזרת הסרגל את האורך הפעיל של הקפיץ, L_0 , ללא שתי הלולאות שבקצותיו, במצב שבו אין משקולות בקופסה, באופן הזה:

קרא את הערך המצוין בקצהו העליון של הקפיץ, P_0 , ואת הערך המצוין בקצהו התחתון של הקפיץ, P_n , וחשב את אורכו ההתחלתי של הקפיץ, L_0 .

$$L_0 = P_n - P_0 = \underline{\hspace{2cm}}$$

תצלום 1



קופסה ריקה

(2 נקודות)

2. במהלך הניסוי שינו בכל פעם את מספר המשקולות שבקופסה, והתאימו את הגובה של זרוע העץ על-פי הצורך, כך שהקופסה כולה תשקע במים, מבלי שהמים יישפכו. עבור כל שינוי במספר המשקולות, n , מדדו את אורכו החדש, L , של הקפיץ, כשהקופסה שקועה במלואה בתוך המים.

ניתוח ממצאי הניסוי והסקת מסקנות

- א. הכניסו בהתחלה שתי משקולות לתוך הקופסה, וסגרו אותה. קרא את הערך המצוין בקצהו התחתון של הקפיץ, P_n , כשהקופסה עם שתי המשקולות שבתוכה שקועה במלואה בתוך המים, כפי שמתואר בתצלום 2 בחוברת התצלומים. כתוב את התוצאה בטבלה שלהלן, בעמודה שכתרתה P_n .

תצלום 2



קופסה שבתוכה 2 משקולות ($n = 2$)

(1 נקודות)

ב. בתצלומים 3-7 שבחוברת התצלומים מוצגת הקופסה במדידות שונות, כשהיא שקועה במלואה בתוך המים.

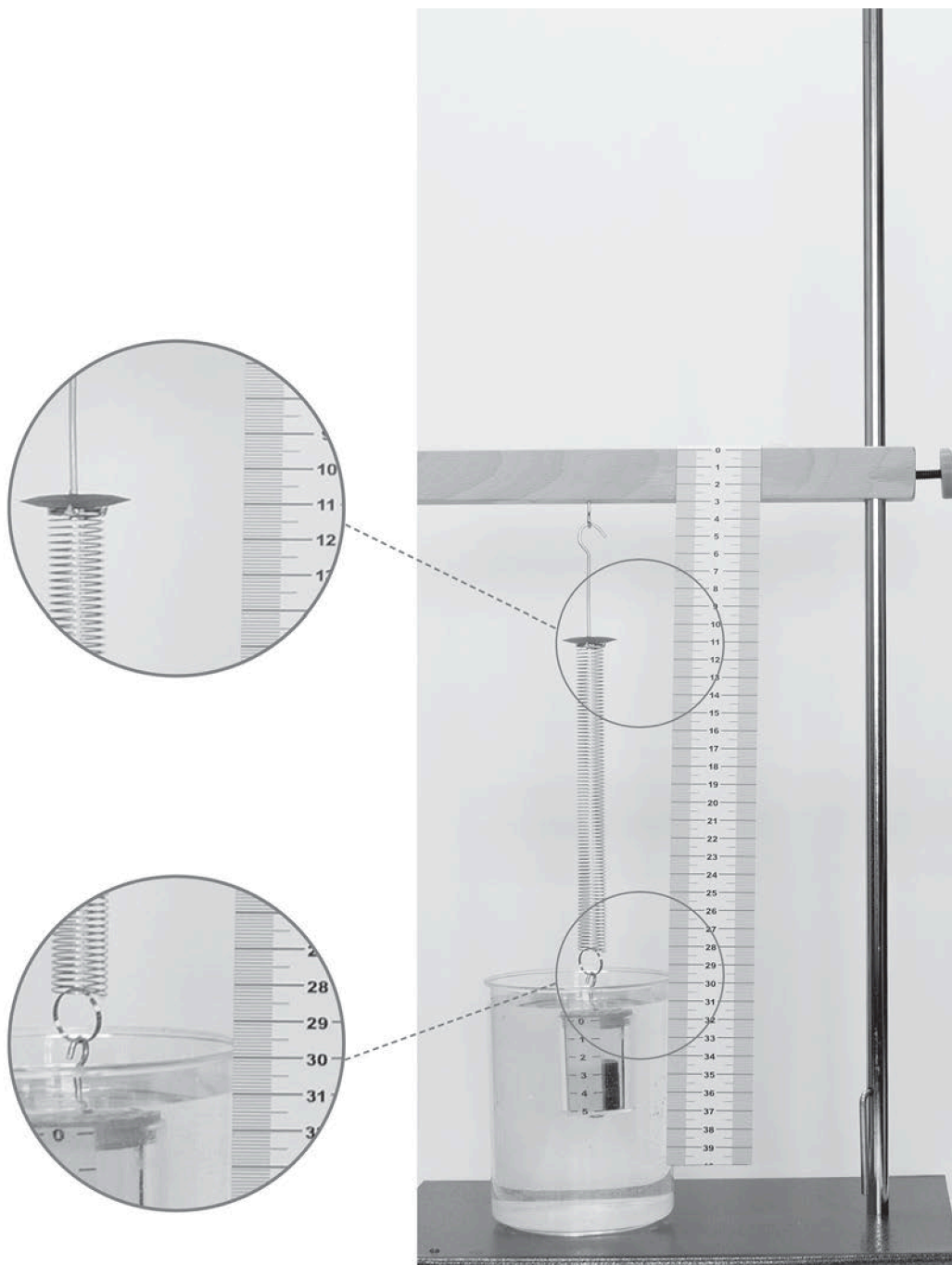
קבע על פי התצלומים את הערך המצוין על קצהו התחתון של הקפיץ, P_n , עבור כל אחת מן המדידות. כתוב את תוצאות הקריאות, ואת ערכי n המתאימים בטבלה שלהלן.

תצלום 3



קופסה שבתוכה 3 משקולות ($n = 3$)

תצלום 4



קופסה שבתוכה 4 משקולות ($n = 4$)

תצלום 5



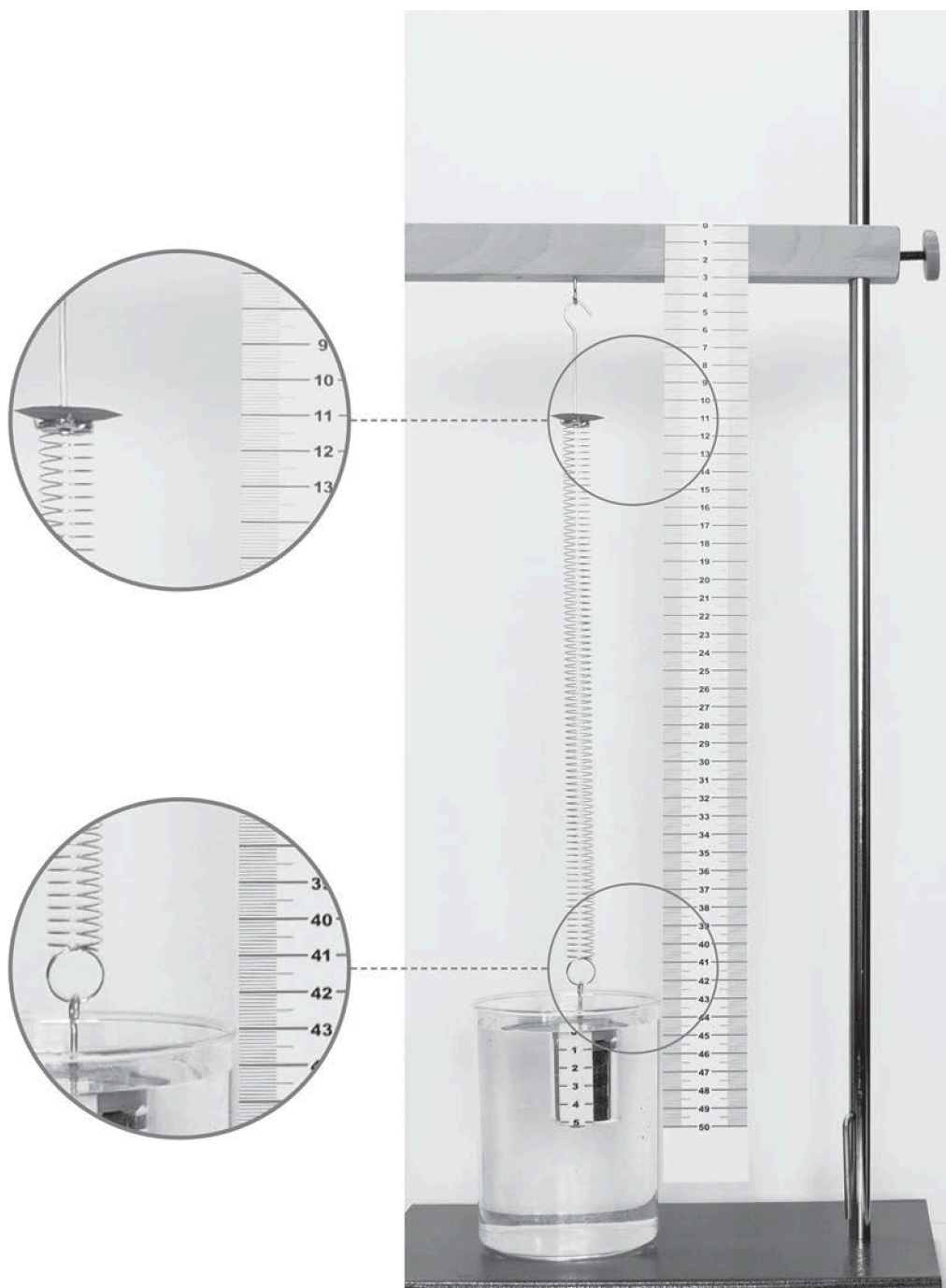
קופסה שבתוכה 5 משקולות ($n = 5$)

תצלום 6



קופסה שבתוכה 6 משקולות ($n = 6$)

תצלום 7



קופסה שבתוכה 7 משקולות ($n = 7$)

(3 נקודות)

ג. השלם את הטבלה, והוסף יחידות מידה בסוגריים המרובעים שבראש כל עמודה.



n	P_n []	$L = P_n - P_0$ []	$\Delta L = L - L_0$ []
2			

(7 נקודות)

3. ערוך תרשים של הכוחות הפועלים על הקופסה שבתוכה המשקולות, כשהיא שקועה במלואה בתוך המים.

(5 נקודות)

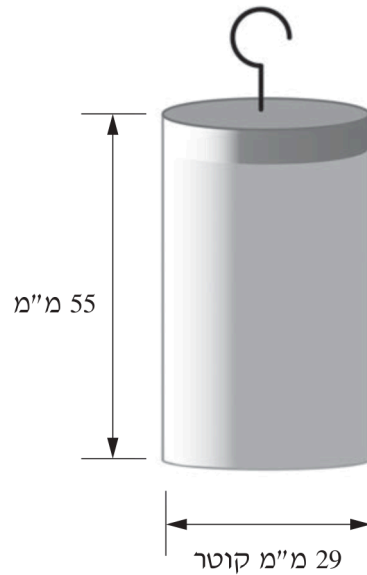
4. על סמך הרקע העיוני (שבעמוד 4) - הוכח כי הקשר בין ΔL ל- n הוא:

$$\Delta L = \frac{mg}{k} n - \frac{\rho V g}{k}$$

(5 נקודות)

5. א. סרטט על הנייר המילימטרי (שבעמוד הבא) דיאגרמת פיזור של ΔL כפונקצייה של n , על-פי התוצאות שכתבת בטבלה.
(8 נקודות)
- 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 תדפיס המחשב, וצרף אותו לשאלון.
(4 נקודות)
6. האם הגרף שהתקבל תואם את הקשר התיאורטי שהוכחת בשאלה 4? נמק את תשובתך.
(3 נקודות)
7. א. חשב את השיפוע של קו המגמה, וכתוב את יחידות המידה הפיזיקליות שלו.
(3 נקודות)
- ב. מצא בעזרת השיפוע של קו המגמה את קבוע הכוח, k , של הקפיץ (באמצעות הקשר שהוכחת בשאלה 4). הצג את חישוביך.
(4 נקודות)
8. א. מהם שיעורי הנקודה שבה הגרף שסרטטת חותך את הציר האופקי?
(1 נקודות)
- ב. מהי המשמעות הפיזיקלית של שיעורי הנקודה שמצאת בסעיף א? נמק את תשובתך.
(2 נקודות)
- ג. מדוע, לדעתך, התחילו את המדידות עם קופסה המכילה שתי משקולות ולא משקולת אחת בלבד?
(2 נקודות)

9. באיור לשאלה 9 מתוארת הקופסה ששוקעה בתוך המים.



איור לשאלה 9

א. חשב את נפח הקופסה בהתאם לנוסחה: $V = \pi r^2 \cdot H$

r - רדיוס בסיס הקופסה

H - גובה הקופסה

(3 נקודות)

ב. על סמך הרקע העיוני ותשובתך לשאלה 4 - חשב את צפיפות המים, ρ .

(3 נקודות)

ג. צפיפות המים בתנאים סטנדרטיים היא $1,000 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$. מהי השגיאה היחסית שהתקבלה

במידתך?

(3 נקודות)

10. חלק ב' - מציאת צפיפות המים כאשר הגוף שקוע בחלקו במים ומסתו קבועה

תיאור הניסוי

שינו בכל פעם את העומק שבו הקופסה שקועה במים, ובאמצעות הקשר שבין כוח הציפה לעומק שבו היא שקועה במים מצאו את צפיפות המים.

כתוב ביטוי לגודלו של כוח הציפה, F_B , בתלות במשקל הכולל של המשקולות, nmg , ובכוח האלסטי, $k \cdot \Delta L$.

(3 נקודות)

11.

כדי למצוא את הקשר בין כוח העילוי הפועל על הקופסה לעומק שבו היא שקועה במים, ערכו את הניסוי הזה:

הכניסו את אותן 7 משקולות לתוך אותה הקופסה וסגרו אותה.

במהלך הניסוי שינו בכל מדידה את חלק הקופסה, h , השקוע במים, על-ידי הורדת זרוע העץ בִּפְנֵי התלייה לגובה המתאים.



עבור כל חלק קופסה נוסף ששוקע, h , מדדו את אורכו החדש, L , של הקפיץ.

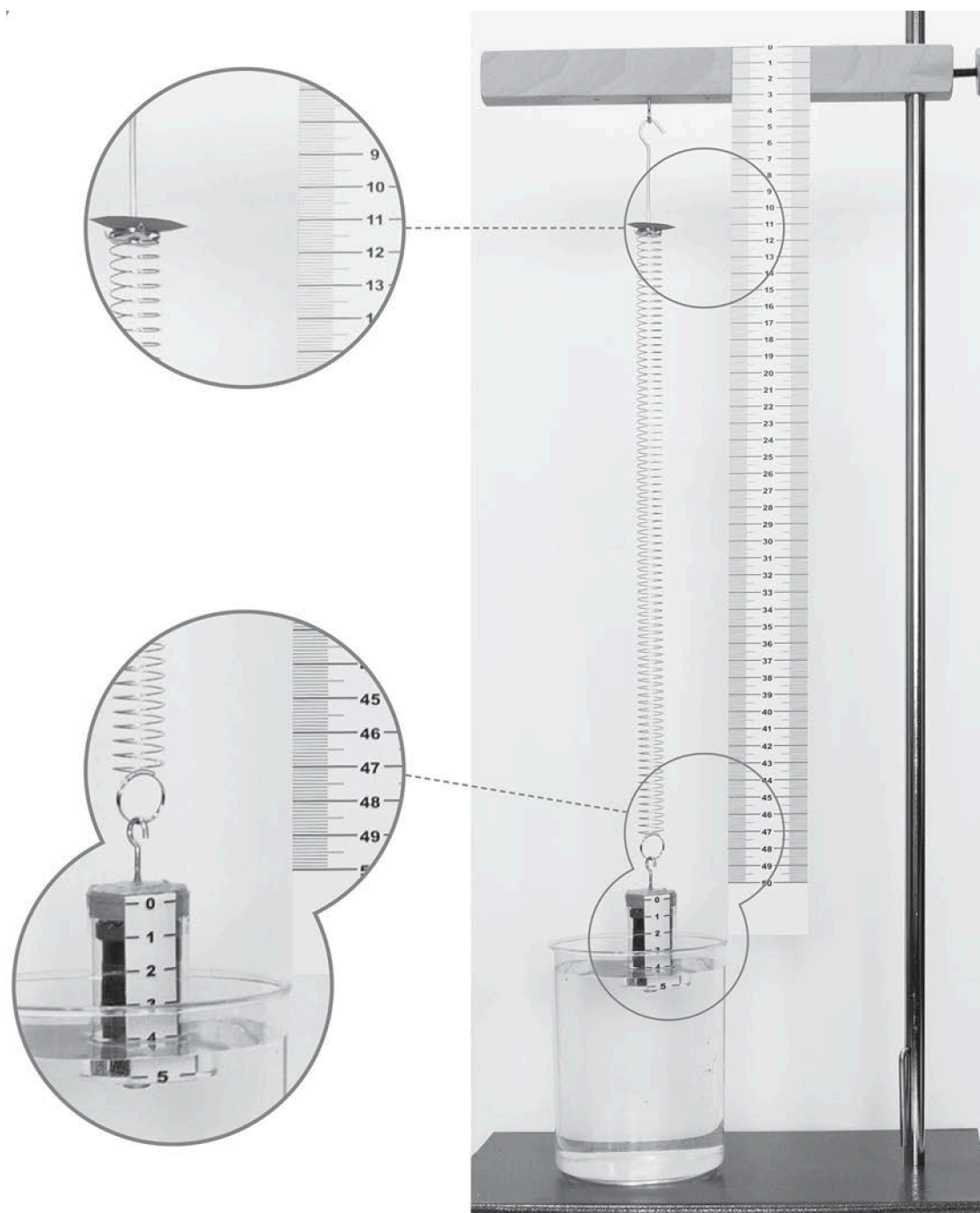
משקל המשקולות הוא: $nmg = 1.372 \text{ [N]}$.

השלם את הטבלה שלהלן בעזרת התצלומים 8-12 שבחוברת התצלומים:

$h \text{ [m]}$	$L \text{ [m]}$	$\Delta L \text{ [m]}$	$k \cdot \Delta L \text{ [N]}$	$F_B \text{ [N]}$
0.01				
0.02				
0.03				
0.04				
0.05				

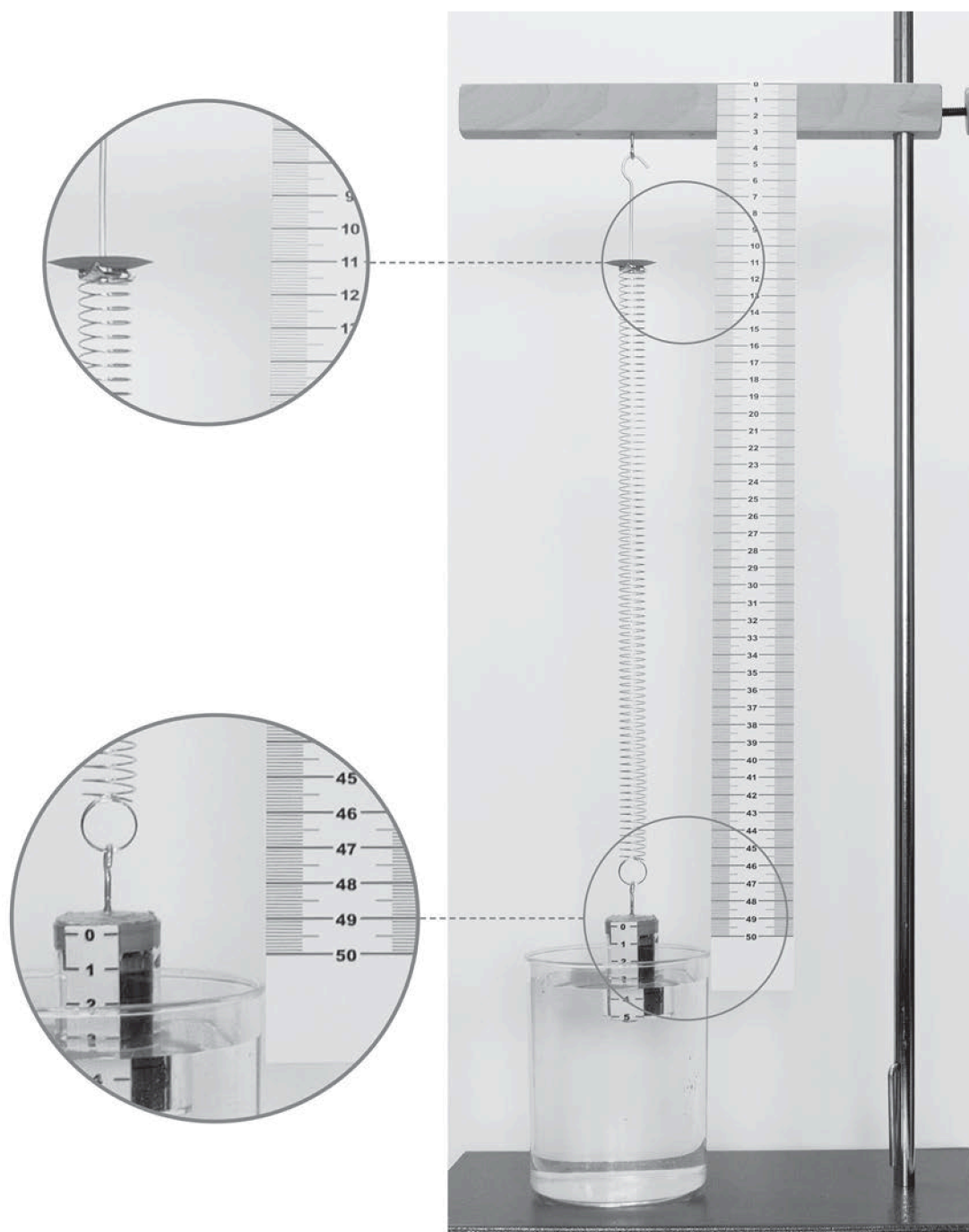
תצלום 8

עומק השקיעה 1 ס"מ



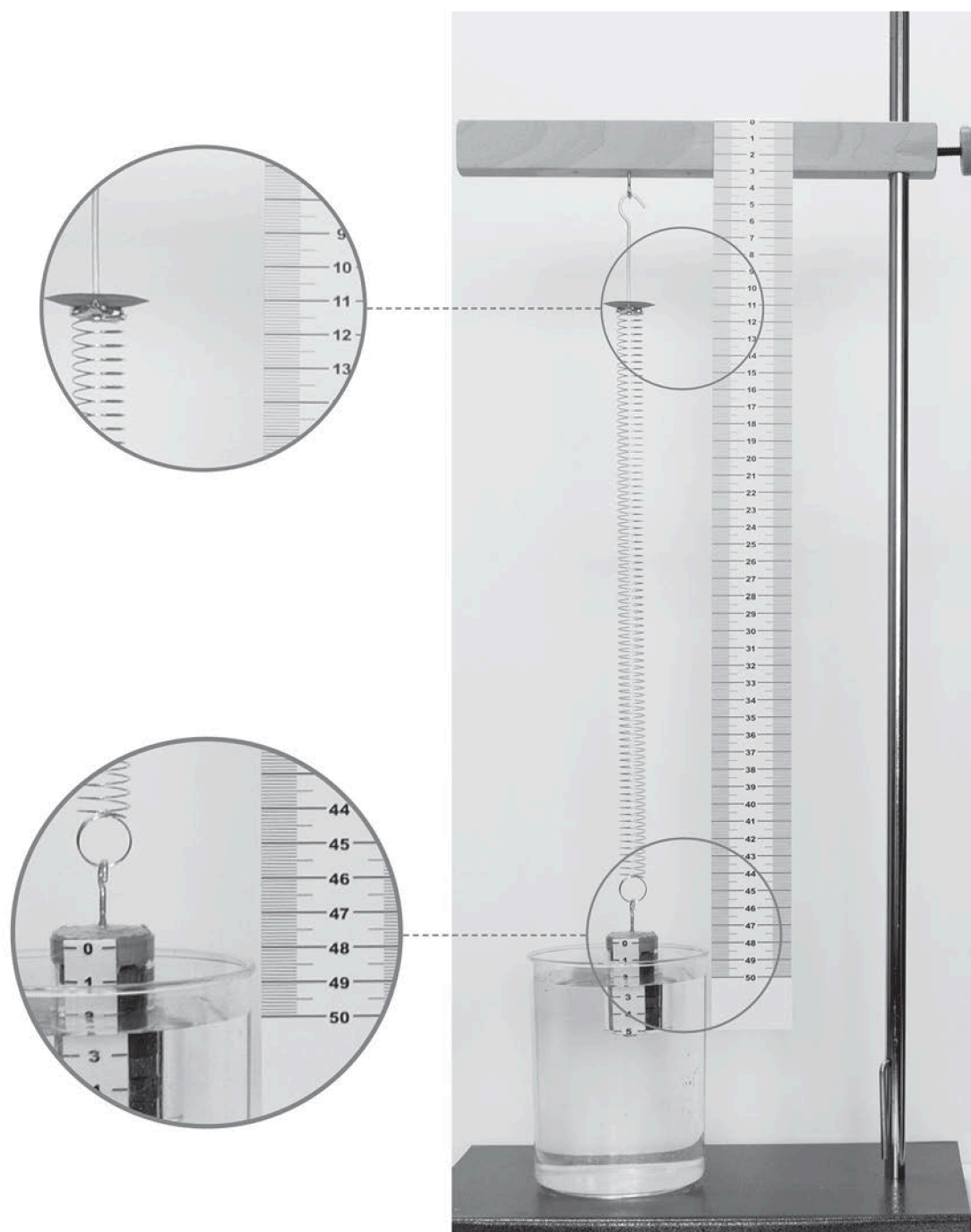
תצלום 9

עומק השקיעה 2 ס"מ



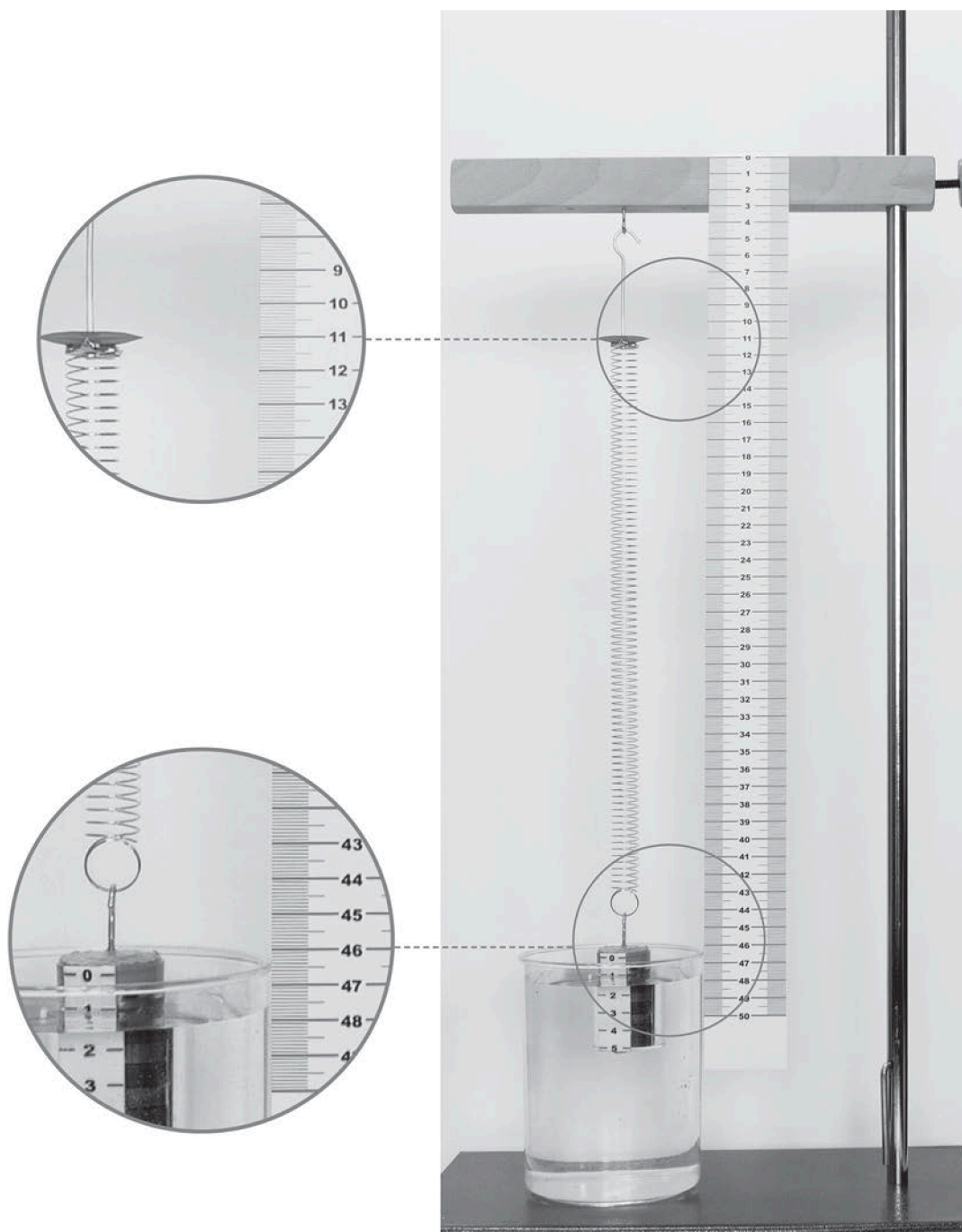
תצלום 10

עומק השקיעה 3 ס"מ



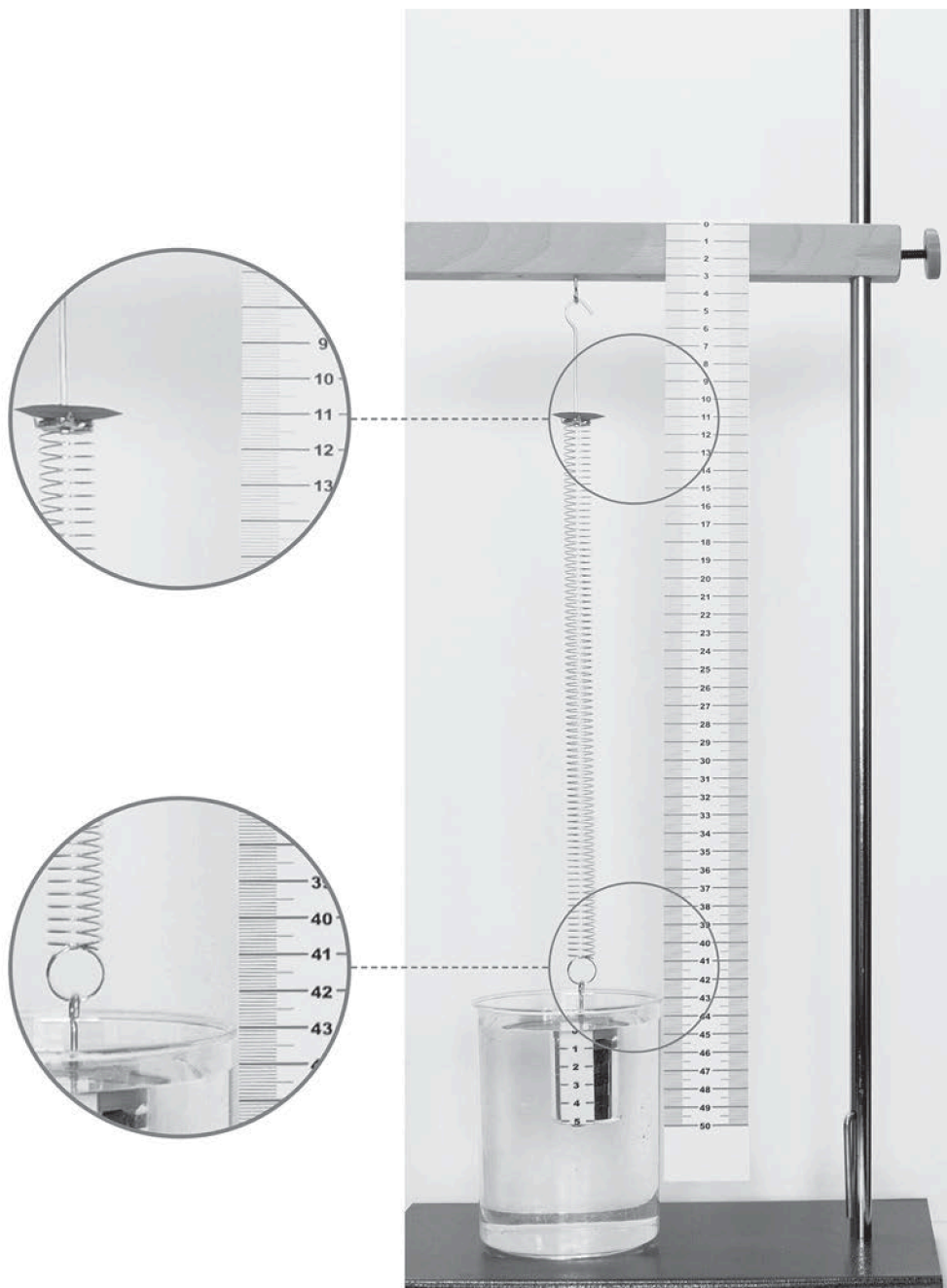
תצלום 11

עומק השקיעה 4 ס"מ



תצלום 12

עומק השקיעה 5 ס"מ



(15 נקודות)

12. א. סרטט על הנייר המילימטרי (שבעמוד הבא) דיאגרמת פיזור של כוח הציפה, F_B , כפונקצייה של עומק השקיעה, h , על-פי התוצאות שכתבת בטבלה (שאלה 11).
(8 נקודות)

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 תדפיס המחשב, וצרף אותו לשאלון.

(4 נקודות)

13. א. חשב את שיפוע הקו, וכתוב את יחידות המידה הפיזיקליות שלו.

(3 נקודות)

ב. מצא בעזרת שיפוע הקו את צפיפות המים, והצג את חישוביך.

רמז: היעזר בקשר (2) שברקע העיוני.

(4 נקודות)

ג. האם הקו אמור לעבור דרך ראשית הצירים? נמק את תשובתך.

(2 נקודות)

14. הסבר אם אי-הוודאות (השגיאה היחסית) במדידת $\frac{\delta L}{L}$ גדלה, קטנה או אינה משתנה במקרים שלהלן:

δL - השגיאה המוחלטת של מכשיר המדידה.

א. כאשר מגדילים את מספר המשקולות, n (שאר הפרמטרים נותרים קבועים):

(1 נקודות)

ב. כאשר מחליפים את המים בנוזל אחר, שצפיפותו גדולה יותר מזו של המים:

(1 נקודות)

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