GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בגרות
מועד הבחינה: קיץ תשפ"ו
מספר השאלון: 036382
שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

שאלון חקר – 5 יחידות לימוד

הוראות

א. משך הבחינה: שעתיים וחמישים דקות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבע־עשרה שאלות. סך־הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון, סרגל ודפי נתונים ונוסחאות.

ד. הוראות מיוחדות: כתבו את כל התשובות במחברת הבחינה, במקומות המיועדים לכך. בחישובים יש להשתמש בערך $g = 9.8\ m/sec^2$, תאוצת הנפילה החופשית (סמוך לפני כדור הארץ).

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

השאלות

1. חלק א': מציאת צפיפות המים (80 נקודות)

ענו על השאלות 1-12.

סך הנקודות שתצברו בחלק זה לא יעלה על 80 (מתוך 88 הנקודות המוקצות לכל השאלות בחלק א').

רקע עיוני

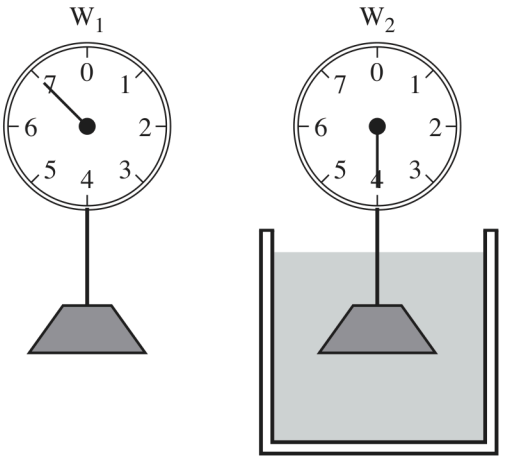
כאשר תולים גוף על מד כוח, כשהגוף נמצא באוויר - מד הכוח מורה על ערך השווה בגודלו למשקל הגוף, W_1 .

כאשר משקיעים בנוזל את כל הגוף, כשהוא תלוי על מד הכוח, באופן שלא ייגע בדופנות הכלי או בקרקעיתו - מד הכוח מורה על ערך קטן יותר - W_2 .

כאשר הגוף שקוע רק בחלקו בנוזל, מד הכוח מורה על ערך ביניים כלשהו, בין W_2 ל- W_1 .

הסיבה לכך היא, שהגוף מפעיל על הנוזל כוח כלפי מטה, והנוזל מפעיל על הגוף כוח כלפי מעלה, וזאת 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 הזאת גילה ארכימדס, והיא מכונה **חוק ארכימדס**.

החוק קובע שכוח הציפה שמופעל על הגוף שווה בגודלו למשקל נפח הנוזל שנדחה על־ידי הגוף.

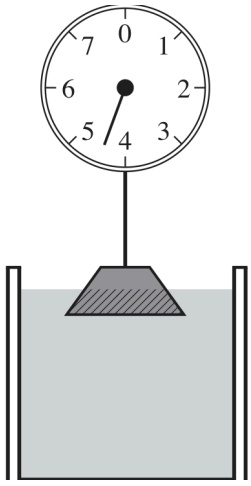
מכאן, כוח הציפה נתון בביטוי:

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

ρ - צפיפות הנוזל (ניתן להתעלם מצפיפות האוויר)

V - נפח החלק של הגוף השקוע בנוזל, ושעליו פועל כוח הציפה (החלק המקווקו שבתרשים משמאל)

g - תאוצת הנפילה החופשית



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.

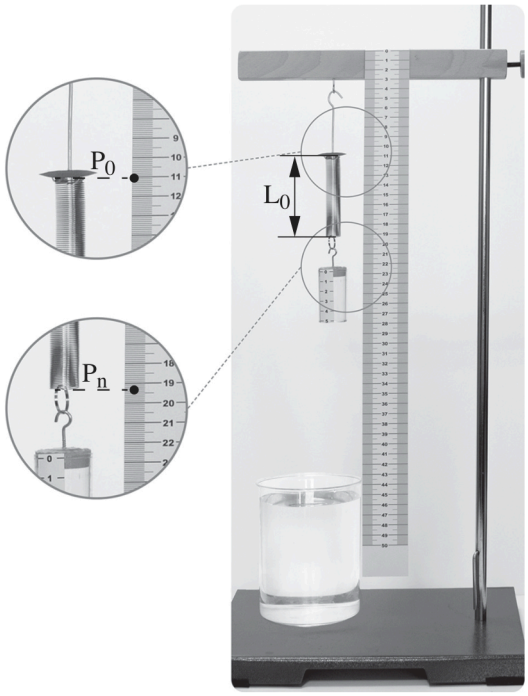
שלב ראשון – מציאת צפיפות המים כאשר הגוף שקוע במלואו במים ומסתו משתנה

תיאור הניסוי

שינו את המסה M , של גוף התלוי על קפיץ, ובכל פעם השקיעו את הגוף במלואו במים. את צפיפות המים מָצאו באמצעות הקשר שבין התארכות הקפיץ ובין מסת הגוף שתלוי על הקפיץ.

רשימת הציוד שהשתמשו בו לניסוי

- 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

הרכיבו את המערכת כמתואר בתצלום:

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

מדידות

בשאלון זה תידרשו לערוך מדידות של אורך הקפיץ, L , על־פי התצלומים של מהלך הניסוי, ש**בחוברת התצלומים**.

התבוננו בחלקו המוגדל של תצלום 1 ש**בחוברת התצלומים**, ומדדו בעזרת הסרגל את האורך הפעיל של הקפיץ, L_0 , ללא שתי הלולאות שבקצותיו, במצב שבו אין משקולות בקופסה, באופן הזה:

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

$$L_0 = P_n - P_0 = \_\_\_\_\_$$

תצלום 1



קופסה ריקה

(2 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

2. במהלך הניסוי שינו בכל פעם את מספר המשקולות שבקופסה, והתאימו את הגובה של זרוע העץ על־פי הצורך, כך שהקופסה כולה תשקע במים בלי 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. הַכניסו בהתחלה **שתי משקולות** לתוך הקופסה, וסגרו אותה.
קִראו את הערך המצוין בקצהו התחתון של הקפיץ, P_n , כשהקופסה עם 2 המשקולות שבתוכה שקועה במלואה בתוך המים, כפי שמתואר בתצלום 2 **בחוברת התצלומים**.
כִּתבו את התוצאה בטבלה שלהלן, בעמודה שכותרתה P_n .

תצלום 2



קופסה שבתוכה 2 משקולות (n = 2)

(1 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

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

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

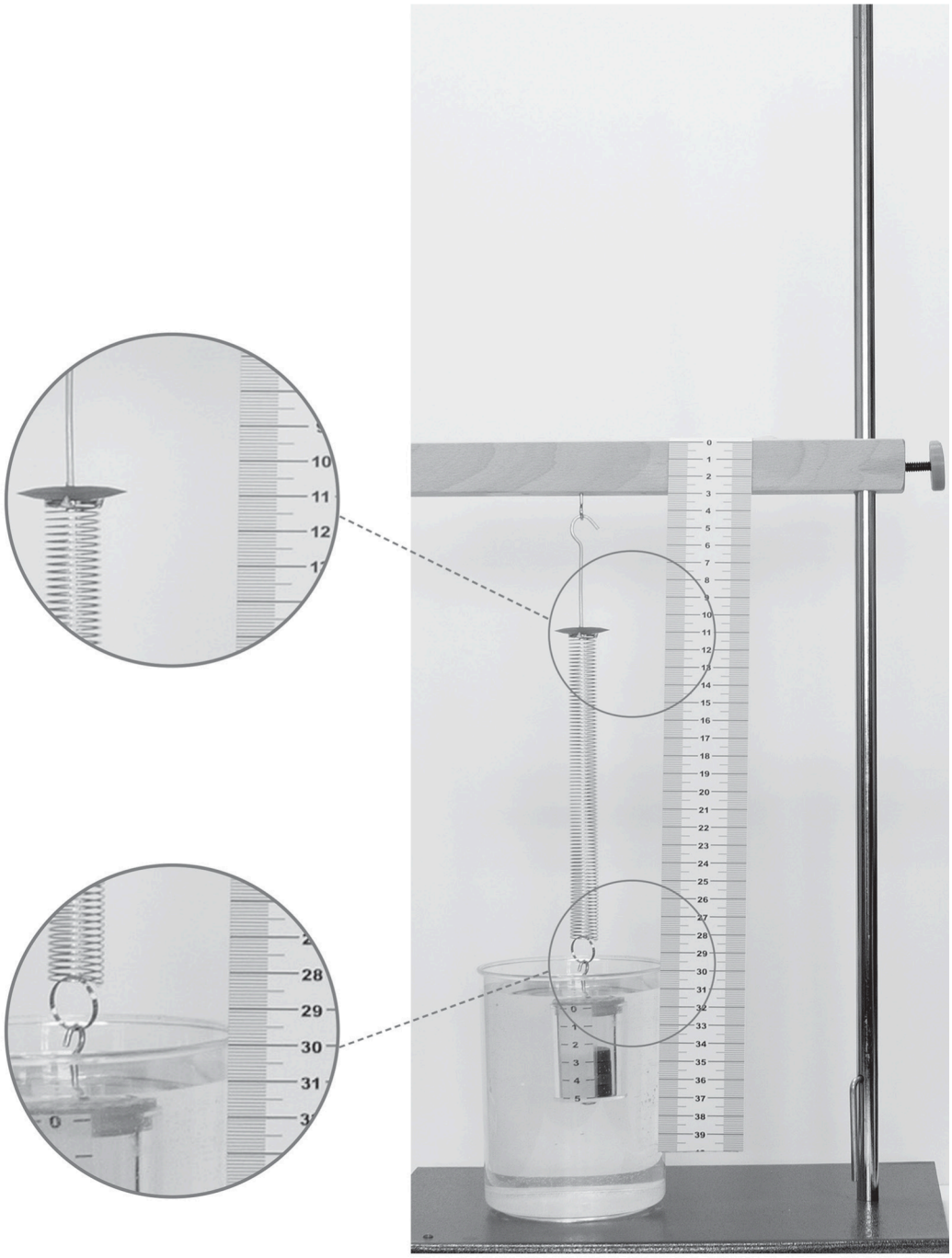
תצלום 3



קופסה שבתוכה 3 משקולות (n = 3)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

תצלום 4



קופסה שבתוכה 4 משקולות (n = 4)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

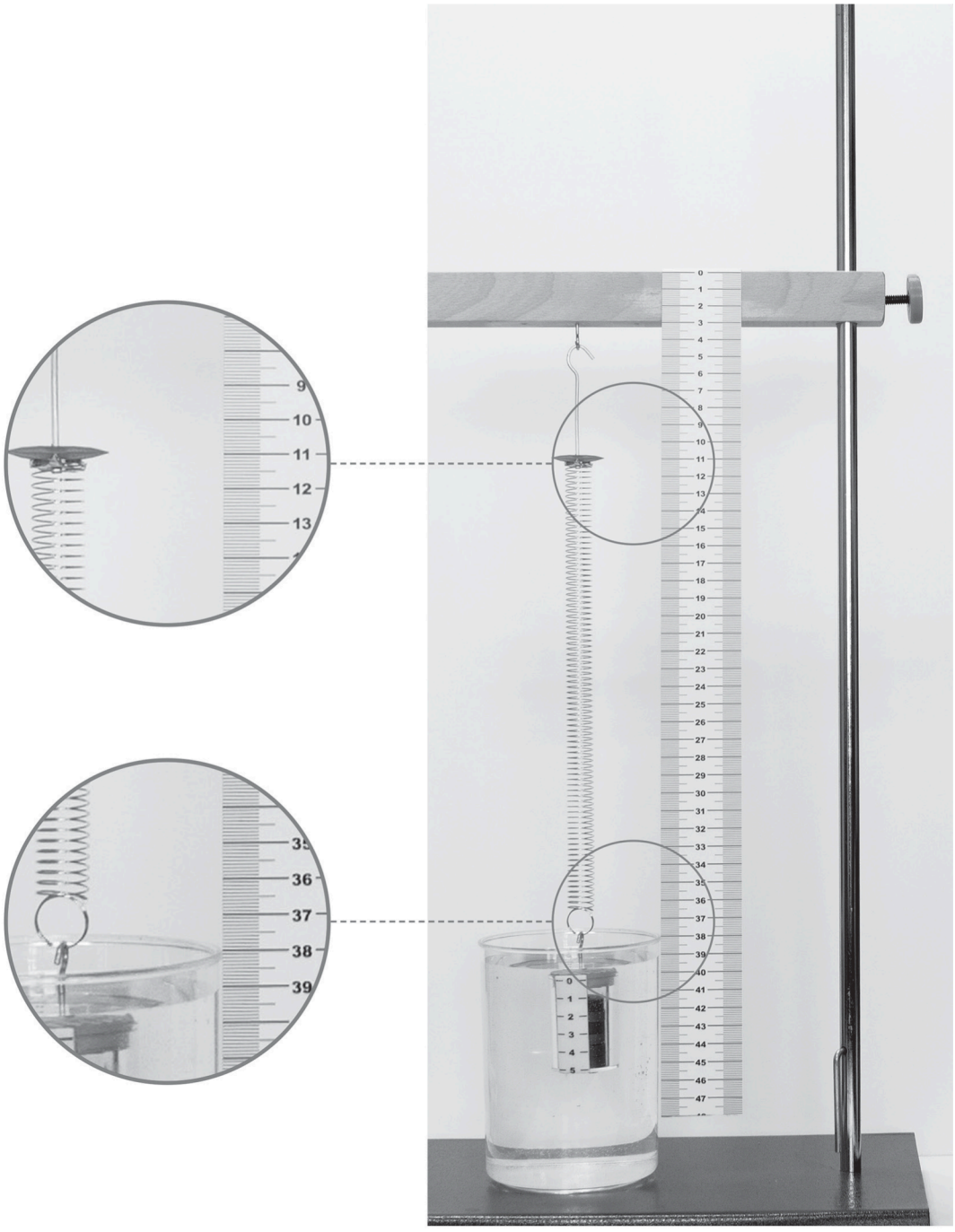
תצלום 5



קופסה שבתוכה 5 משקולות (n = 5)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

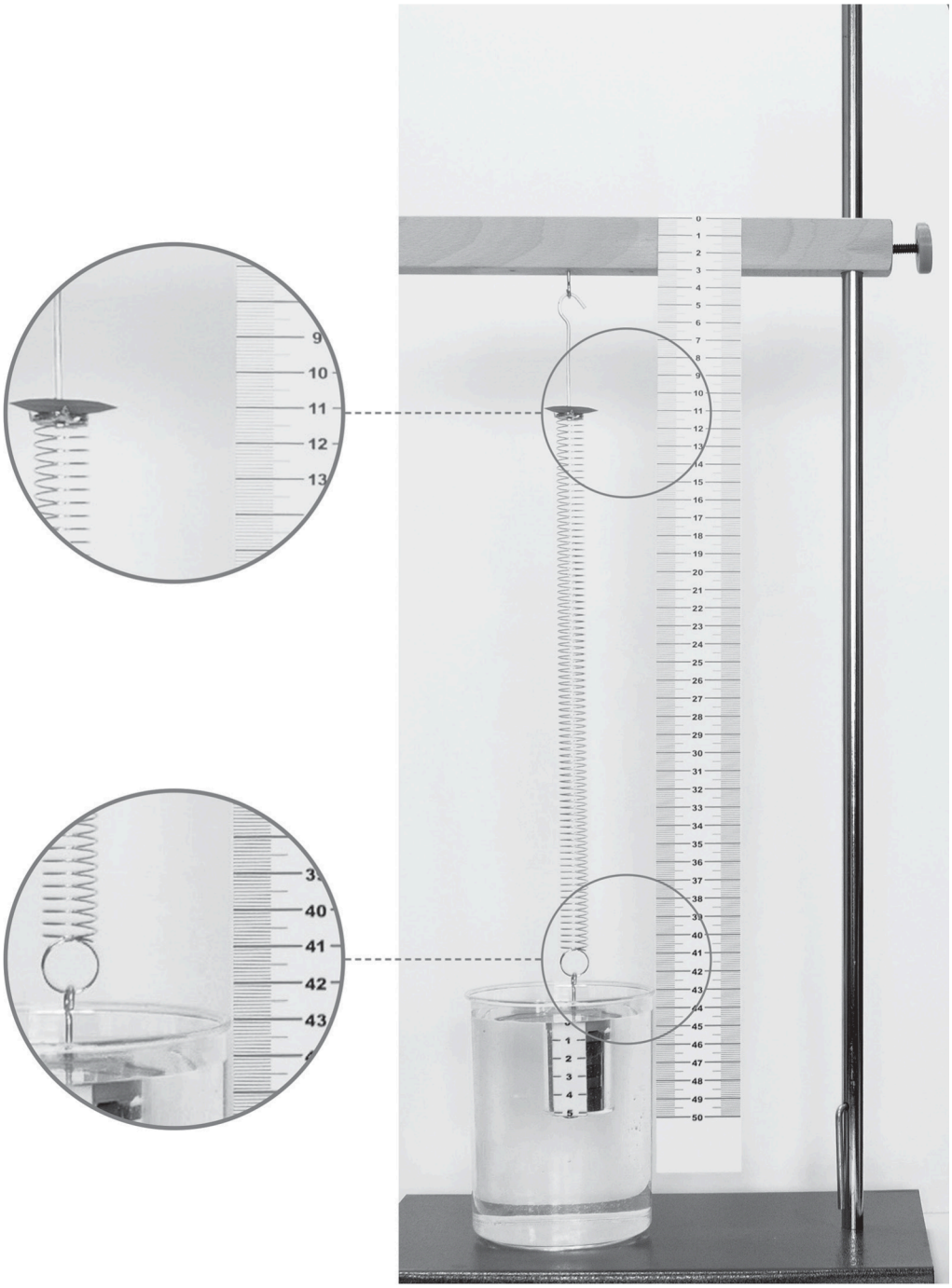
תצלום 6



קופסה שבתוכה 6 משקולות (n = 6)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

תצלום 7



קופסה שבתוכה 7 משקולות (n = 7)

(2 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ג. השלימו את הטבלה, והוסיפו יחידות מידה בסוגריים המרובעים שבראש עמודה P_n ועמודה L.

n	$M = n \cdot m$ [kg]	P_n [ ]	$L = P_n - P_0$ [ ]	$\Delta L = L - L_0$ [m]
2				



(5 נקודות)

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

(5 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ב. על סמך הרקע העיוני (שבעמוד 4) – הוכיחו כי הקשר בין התארכות הקפיץ ביחס למצבו ההתחלתי, ΔL , **ובין** המסה, M , הפועלת עליו הוא:

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

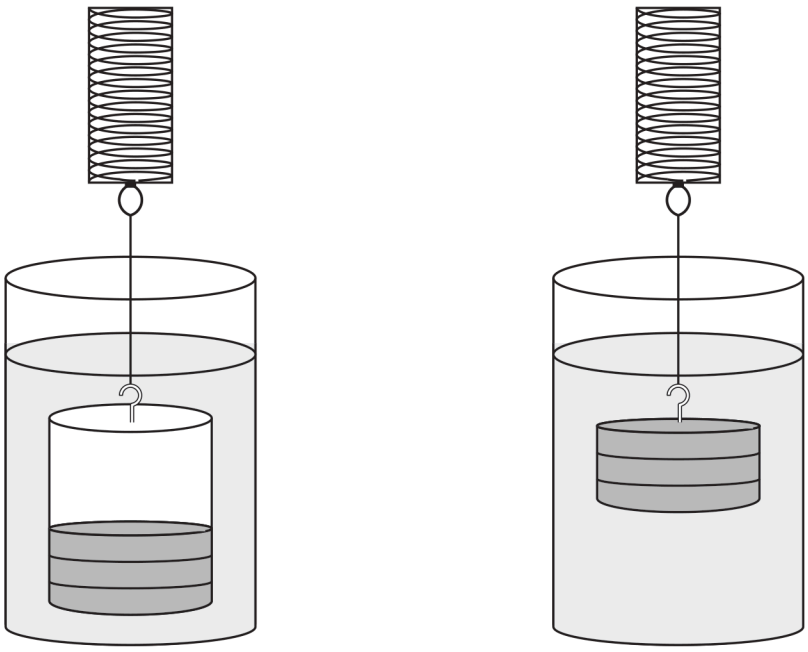
(5 נקודות)

4. לרשות מתכנני הניסוי עמדו שתי אפשרויות לשינוי מסת הגוף השקוע במים.

אפשרות א': בכל פעם הוספת משקולת לוו תלייה והכנסת המשקולות במלואן למים, כמתואר בתרשים א'.

אפשרות ב': בכל פעם הוספת משקולת לתוך קופסה והכנסת הקופסה במלואה לתוך המים, כמתואר בתרשים ב'.

הסבירו מדוע בחרו מתכנני הניסוי באפשרות המוצגת בתרשים ב'.



תרשים א' **תרשים ב'**

(4 נקודות)

5. א. סרטטו על הנייר המילימטרי (בעמוד הבא) דיאגרמת פיזור של ΔL כפונקצייה של M , על־פי התוצאות שכתבתם בטבלה (שאלה 2).

(8 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ב. העבירו קו מגמה בדיאגרמת הפיזור שסרטטתם (הקו הישר המתאים לה ביותר).

הערה: תוכלו להשתמש גם בגיליון האלקטרוני. אם השתמשתם בו, הדביקו את מדבקת הנבחן שלכם גם על תדפיס המחשב, וצרפו אותו לשאלון.

(4 נקודות)

6. האם הגרף שהתקבל (קו המגמה) תואם את הקשר התיאורטי שהוכחתם בשאלה 3ב'? נמקו את תשובתכם.

(2 נקודות)

7. **א.** מהם שיעורי הנקודה שבה הגרף שסרטטתם חותך את הציר האופקי?

(1 נקודות)

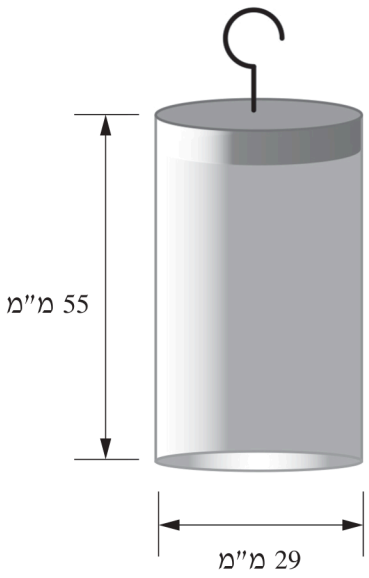
ב. מהי המשמעות הפיזיקלית של שיעורי הנקודה שמצאתם בסעיף א? נמקו את תשובתכם.

(2 נקודות)

ג. מדוע, לדעתכם, התחילו את המדידות עם קופסה המכילה שתי משקולות ולא משקולת אחת בלבד?

(2 נקודות)

8. באיור לשאלה 8 מתוארת הקופסה ששוקעה בתוך המים.



איור לשאלה 8

א. חשבו את נפח הקופסה על־פי הנוסחה: $V = \pi r^2 \cdot H$

r - רדיוס בסיס הקופסה

H - גובה הקופסה

(3 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ב. על סמך תשובתכם לשאלה 7א' והנוסחה שפיתחתם בשאלה 3ב', חשבו 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 בשלב זה (השלב הראשון) של הניסוי?
(3 נקודות)

9. שלב שני – מציאת צפיפות המים כאשר הגוף שקוע בחלקו במים ומסתו קבועה

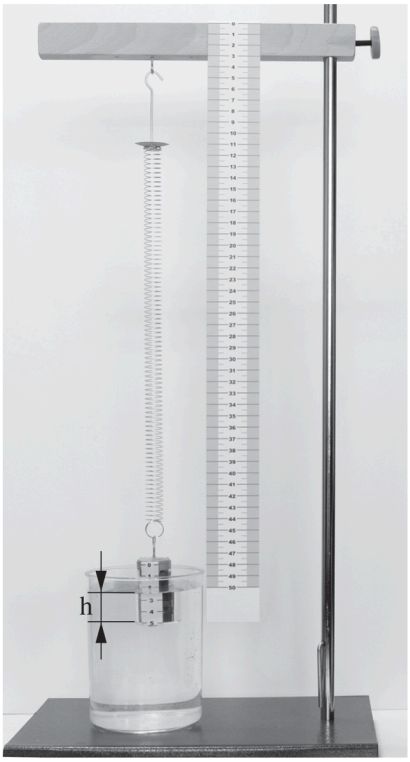
תיאור הניסוי

שינו בכל פעם את הנפח, V , שבו הקופסה שקועה במים. את צפיפות המים מָצאו באמצעות הקשר בין התארכות הקפיץ ובין הנפח השקוע במים.

כדי למצוא את הקשר בין התארכות הקפיץ, ΔL , ובין נפח הקופסה, V , השקוע במים, ערכו את הניסוי הבא:

הכניסו את אותן **7 משקולות** לתוך הקופסה וסגרו אותה.

במהלך הניסוי הקופסה מוכנסת בהדרגה למים, כך שבכל מדידה חלק גדול יותר מנפחה שקוע במים. עומק השקיעה של הקופסה, המסומן ב־ h , נשלט על ידי הורדת זרוע העץ בכַּן התלייה לגובה המתאים. עבור כל חלק נוסף בנפח הקופסה ששוקע, h , מדדו את אורכו החדש, L , של הקפיץ.



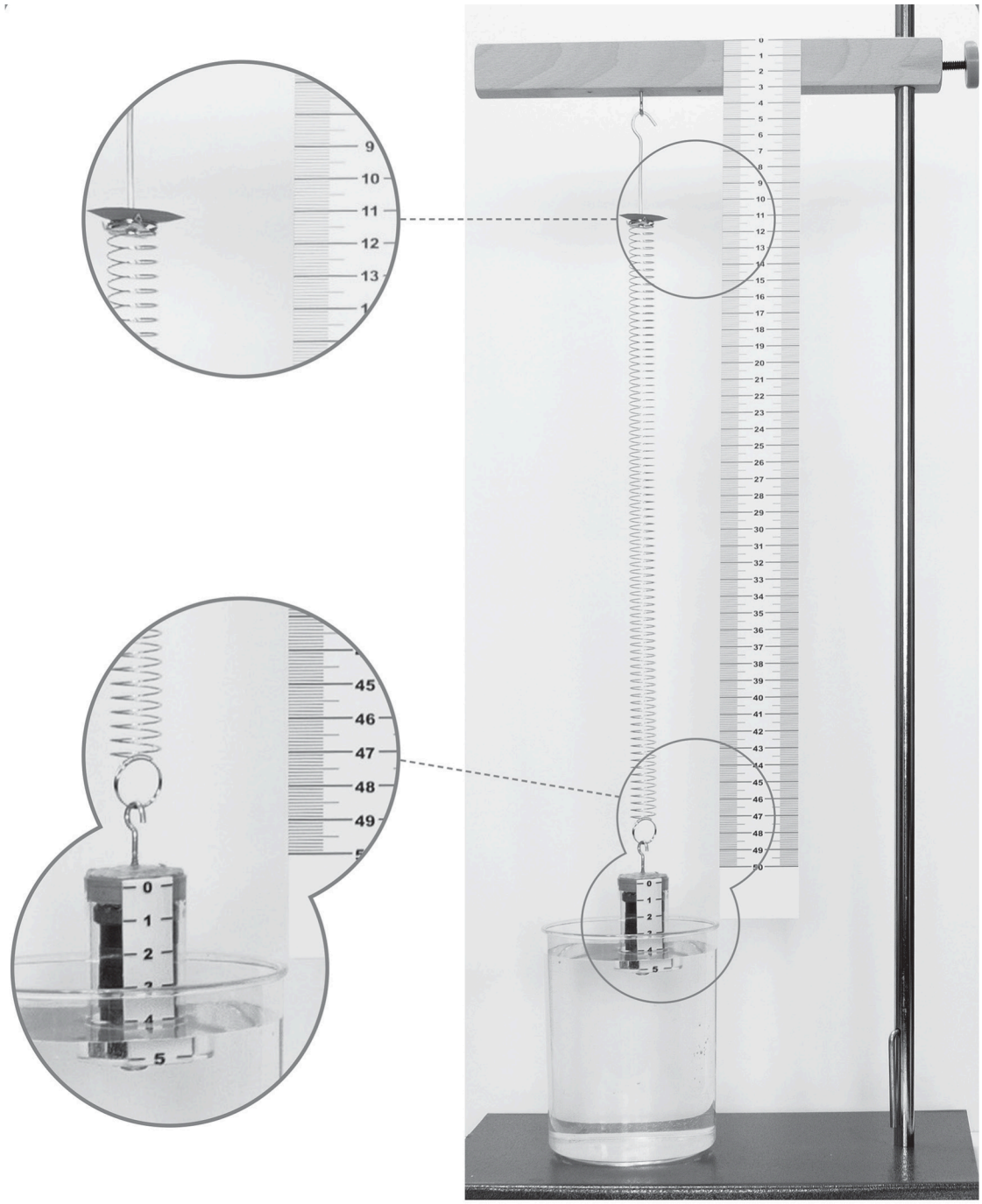
מסת המשקולות: $M = 0.14\,[\mathrm{kg}]$.

השלימו את הטבלה שלהלן בעזרת התצלומים 8-12 ש**בחוברת התצלומים**:

$h\,[\mathrm{m}]$	$V \cdot 10^{-5}\,[\mathrm{m}^3]$	$P_n\,[\mathrm{m}]$	$L\,[\mathrm{m}]$	$\Delta L\,[\mathrm{m}]$
0.01	0.661			
0.02	1.32			
0.03	1.98			
0.04	2.64			
0.05	3.30			

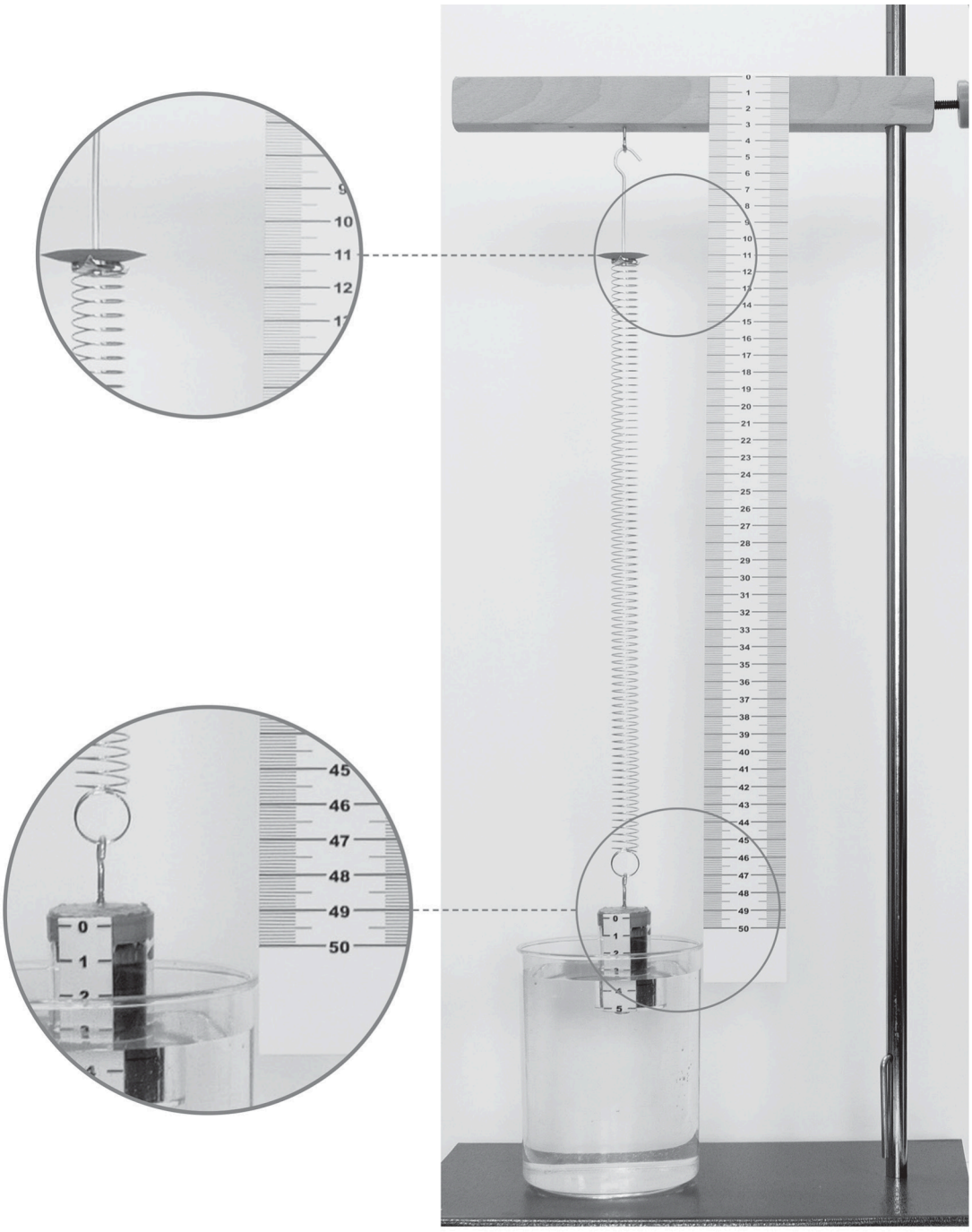
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

תצלום 8
עומק השקיעה 1 ס"מ



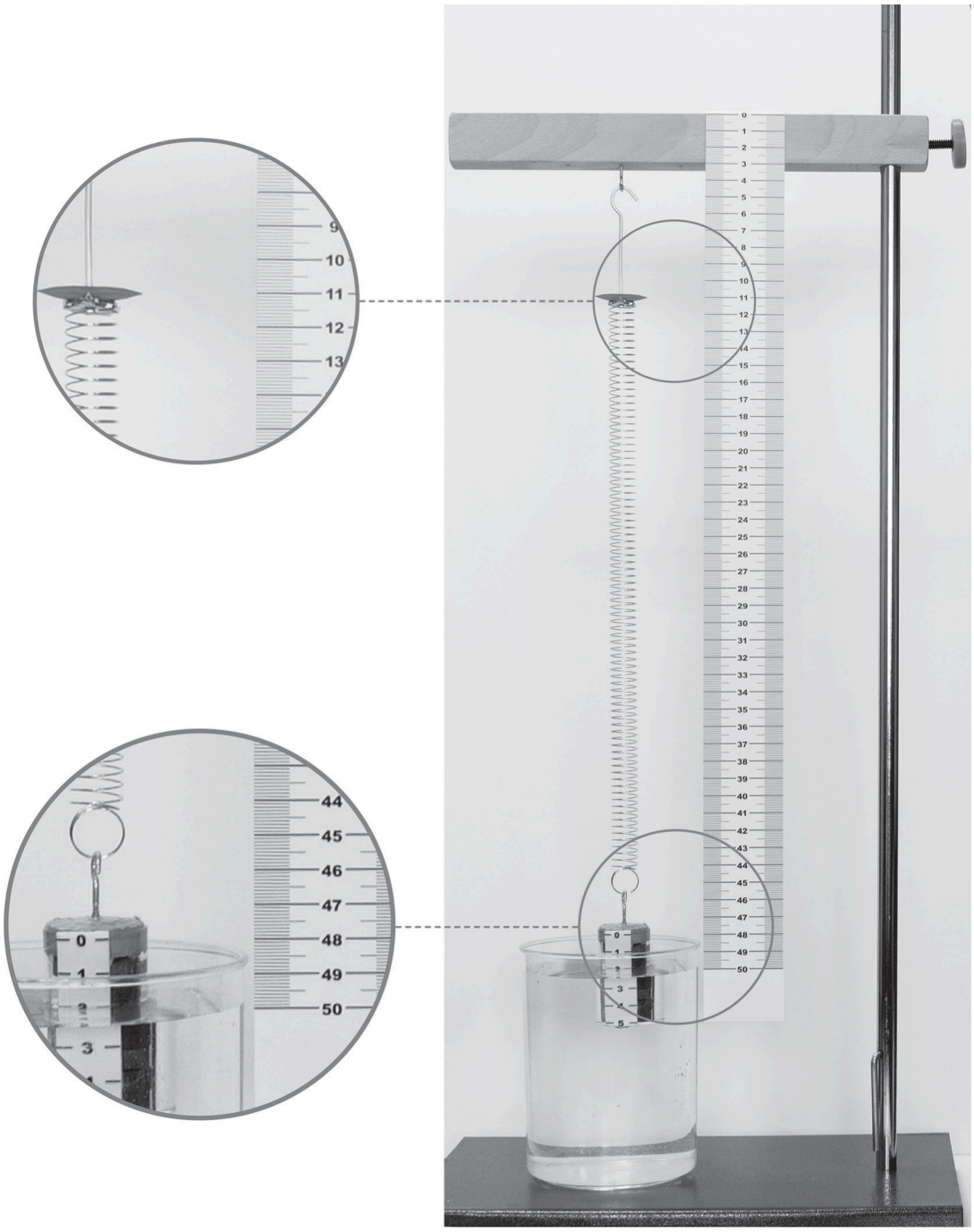
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

תצלום 9
עומק השקיעה 2 ס"מ



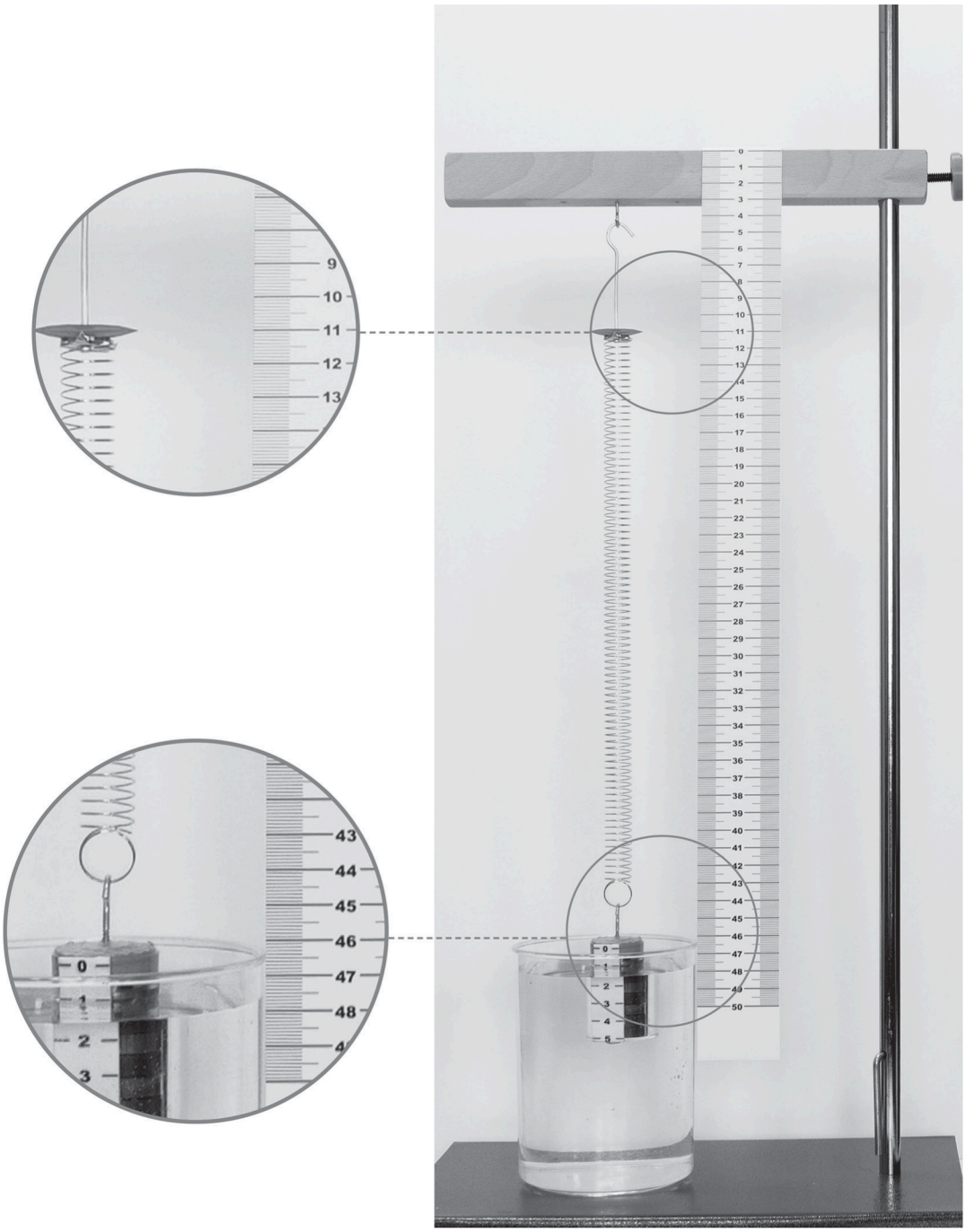
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

תצלום 10
עומק השקיעה 3 ס"מ



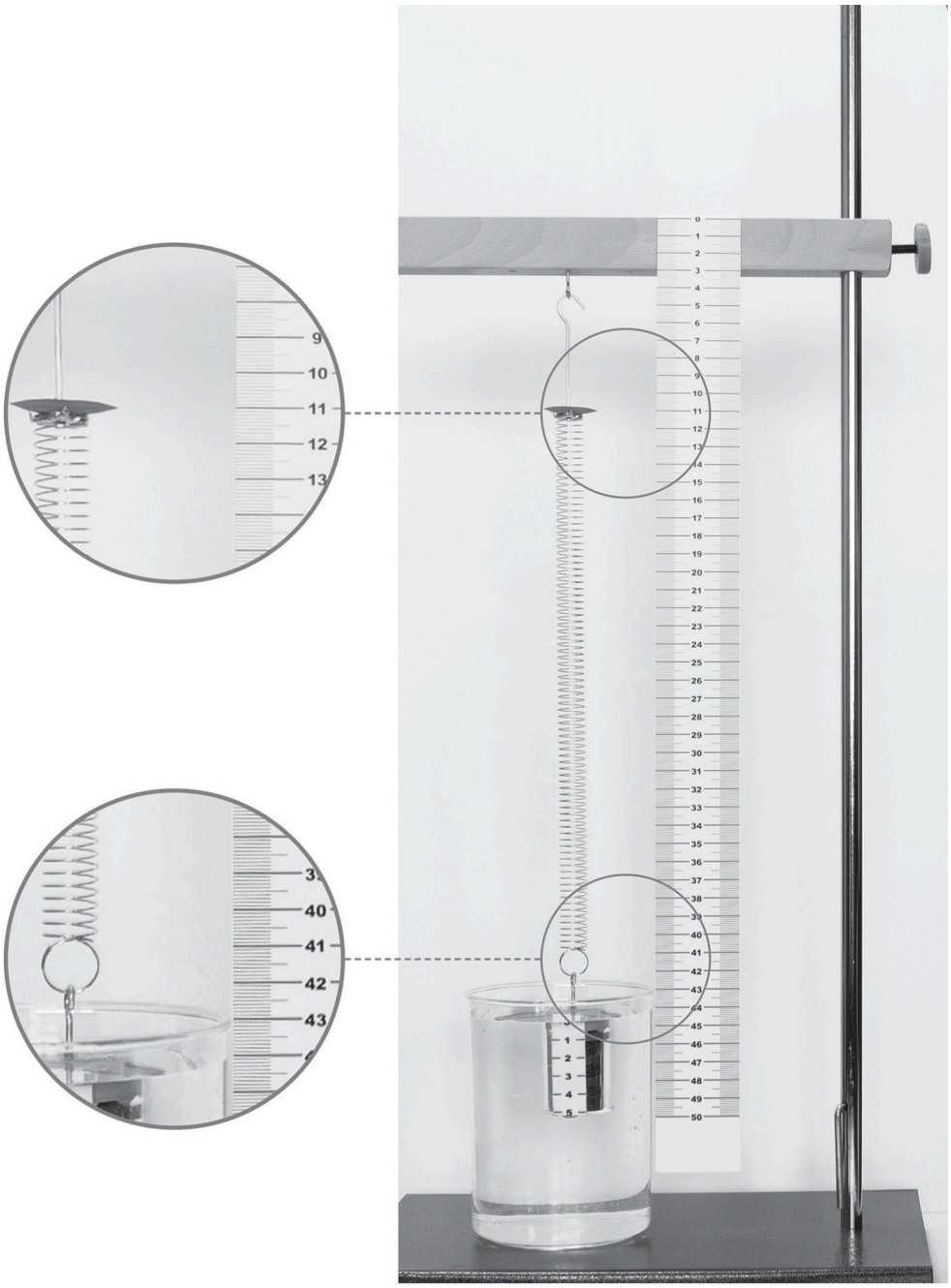
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

תצלום 11
עומק השקיעה 4 ס"מ



נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

תצלום 12
עומק השקיעה 5 ס"מ



(7 נקודות)

10. א. **סרטטו על הנייר המילימטרי (שבעמוד הבא) דיאגרמת פיזור של ΔL , כפונקצייה של V , על־פי התוצאות שכתבתם בטבלה (שאלה 9).**

(8 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ב. העבירו קו מגמה בדיאגרמת הפיזור שסרטטתם (הקו הישר המתאים לה ביותר).

הערה: תוכלו להשתמש גם בגיליון האלקטרוני. אם השתמשתם בו, הדביקו את מדבקת הנבחן שלכם גם על תדפיס המחשב, וצרפו אותו לשאלון.

(2 נקודות)

11. א. על סמך תשובתכם לשאלה 3ב', רשמו ביטוי המתאר את התארכות הקפיץ, ΔL, כפונקצייה של הנפח, V, השקוע במים.

(4 נקודות)

ב. מהם שיעורי הנקודה שבה הגרף שסרטטתם חותך את הציר האופקי?

(3 נקודות)

ג. חשבו בעזרת תשובתכם לסעיפים א' ו־ב' את צפיפות המים.

(4 נקודות)

12. א. צפיפות המים בתנאים סטנדרטיים היא $1{,}000\ \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$. מהי השגיאה היחסית שהתקבלה בחלק זה (השלב השני) של הניסוי?

(4 נקודות)

ב. באחד משלבי הניסוי - השלב הראשון או השלב השני - קיבלתם שגיאה יחסית גדולה יותר. הציעו מה ניתן לשפר בשלב הניסוי שבו השגיאה היחסית גדולה יותר על מנת להקטין אותה.

(4 נקודות)

13. חלק ב': שאלות מניסויי החובה (20 נקודות)

ענו על **שתי** השאלות 13-14.

עבור כל שאלה בחרו ניסוי אחד מרשימת הניסויים שלהלן, וענו על כל הסעיפים שבה.

לכל שאלה - בחרו ניסוי שונה.

1. "החוק השני של ניוטון"
2. אחד מניסויי התנע
3. כא"מ, מתח הדקים והתנגדות פנימית
4. השדה המגנטי של סליל דק (גלוונומטר טנגנטי)

א. בחרו **אחד** מהניסויים. ציינו את שם הניסוי ואת מטרתו.

(2 נקודות)

ענו על סעיפים ב'-ד'. אם לניסוי שבחרתם יותר מחלק אחד התייחסו רק לאחד מהם בתשובותיכם.

ב. ציינו מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי, וכיצד שיניתם את ערכיו ממדידה למדידה בניסוי.

(3 נקודות)

ג. ציינו מהו המשתנה התלוי בניסוי, ותארו כיצד מדדתם את ערכיו.

(3 נקודות)

ד. תארו כיצד הקפדתם על בידוד משתנים (הפרדת משתנים) במהלך ביצוע המדידות בניסוי.

(2 נקודות)

14. א. בחרו ניסוי אחר מרשימת הניסויים. ציינו את שם הניסוי ואת מטרתו.

(2 נקודות)

ענו על סעיפים ב'-ד'. אם לניסוי שבחרתם יותר מחלק אחד התייחסו רק לאחד מהם בתשובותיכם.

ב. באיזה מכשיר או באילו מכשירי המדידה השתמשתם בניסוי?

(3 נקודות)

ג. בחרו **אחד** ממכשירי המדידה ששימשו אתכם בניסוי, ותארו כיצד הקטנתם ככל האפשר את אי־הוודאות בקריאת הערכים ממכשיר המדידה.

(3 נקודות)

ד. ציינו גורם שגיאה מרכזי בניסוי שגורם לאי־התאמה מלאה בין ממצאי הניסוי ובין המודל התיאורטי של התופעה שחקרתם בניסוי (גורם שגיאה שלא נגרם ממכשירי המדידה).

(2 נקודות)

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