

מדינת ישראל

משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות לבתי-ספר על-יסודיים

מועד הבחינה: קיץ תשע"ד, 2014

סמל השאלון: 917555,98

נספח: נתונים ונוסחאות בפיזיקה

לחמש יח"ל

## פיזיקה – שאלון חקר

לנבחנים ברמת חמש יחידות לימוד

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעותיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה ארבע-עשרה שאלות. עליך לענות על כל השאלות 1-12, ועל שאלה אחת מבין השאלות 13-14. סה"כ - 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון וסרגל.
- ד. הוראות מיוחדות:
  1. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.
  2. העמודים 14-15 משמשים כטיוטה.
  3. שאלון זה משמש כמחברת בחינה ויש להצמיד אותו לעטיפת המחברת.
  4. הדבק מדבקת נבחן במקום המיועד לכך בדף השער ובעטיפת המחברת.
  5. הקפד להדביק מדבקת נבחן על כל תדפיס מחשב שהפקת, וצרך אותו לשאלון.

בשאלון זה 15 עמודים ונוסחאות.

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

בהצלחה!

### חקירת תנודות של מטוטלת העשויה מהדקים

רקע תאורטי

מטוטלת מתמטית מורכבת ממסה נקודתית,  $m$ , התלויה בקצה הוט, שאורכו  $L$ , ומסתו זניחה. כאשר המסה הנקודתית מוסטת מנקודת שיווי המשקל שלה, היא מבצעת תנודות סביב נקודה זו. תנודות אלו נקראות תנודות הרמוניות. הזמן הדרוש למטה לחזור למקום שממנו יצאה, באותה מהירות (גודל וביוון), נקרא **זמן מחזור**. אפשר להניח שכאשר המסה מוסטת מנקודת שיווי המשקל בזוויות קטנות (פחות מ- $20^\circ$ ), זמן המחזור הוא:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

כאשר המסה אינה נקודתית, המטוטלת נקראת מטוטלת פיזיקלית.

מטוטלת פיזיקלית מורכבת מגוף שאינו נקודתי אשר תלוי בנקודת אחיזה אחת.

את הניסוי שלהלן ביצעו באמצעות מטוטלת פיזיקלית המוסטת מנקודת שיווי המשקל שלה בזוויות קטנות ומקיימת בקירוב את הקשר הבא:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2L}{3g}}$$

$L$  הוא האורך הכולל של המטוטלת הפיזיקלית.

$g$  הוא תאוצת הכובד.

בניסוי חקרו את זמן המחזור של תנודות המטוטלת הפיזיקלית.

המטוטלת הפיזיקלית בניסוי היא שרשרת של מהדקים.

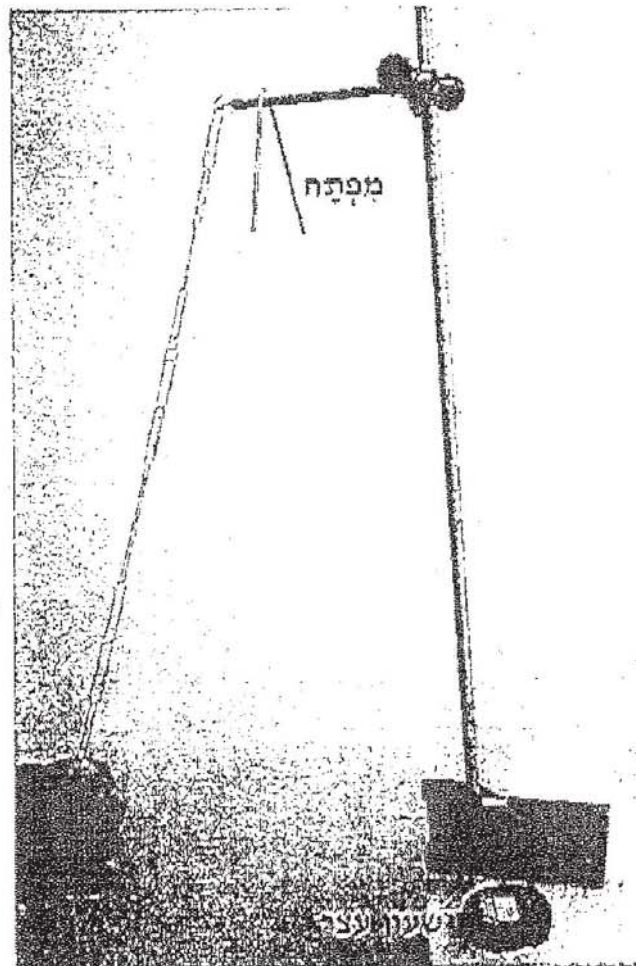
לביצוע הניסוי השתמשו בציוד שלהלן.

רשימת הציוד

1. כליכה
2. בן באורך של כ-50 ס"מ לפחות
3. מצמד
4. סרגל באורך של 1 מטר
5. שעון עצר
6. 40 מהדקי נייר מתכתיים באורך של כ-50 מ"מ כל אחד
7. מַפְתָּח משולש צותיל קשיח לקביעת מידת הפתיחה של המטוטלת - עד כ- $20^\circ$
8. מוט עץ באורך של כ-15 ס"מ, ובקצהו ון
9. חוט באורך כ-60 ס"מ

המשך בעמוד 3

חלק א' - חקירת זמן המחזור של תנודות המטוטלת (46 נקודות)



איור 1: צילום מטוטלת המהדקים

הניסוי

- בעזרת הציוד הרכיבו שרשרת מ-24 מהדקים ותלו אותה באחד מקצותיה על זו כמטוטלת.
- אורך השרשרת נמדד ונרשם בטבלה 1 שבמעמוד הבא.
- הסיטו את השרשרת למרחק של  $20^\circ$ , שחררו אותה ומדדו את משך הזמן של עשרה מחזורים (10T). המדידות נוצעו שלוש פעמים והערכים שנמדדו נרשמו בטבלה 1.
- הורידו מהשרשרת ארבעה מהדקים בכל פעם וביצעו את המדידות 10T, L. הערכים נרשמו במקומות המתאימים בטבלה 1.

בנו מחדש שרשרת של 24 מהדקים, וחיברו את שני הקצוות של השרשרת לזן, כך שנוצרה שרשרת כפולה שאורכה 12 מהדקים. חזרו על המדידות של L ושל 10T ורשמו את הערכים בשורה המתאימה בטבלה.

עריכת הניסוי

	T [s]	10 T ממוצע [s]	10 T III [s]	10 T II [s]	10 T I [s]	אורך המטוטלת (השרשרת) L [m]	מספר המהדקים	מספר המדידה
			17.65	18.18	18.3	1.113	24	1
			15.85	16.96	17.7	0.866	20	2
			14.90	14.95	14.75	0.760	16	3
			12.68	13.05	13.45	0.562	12	4
			10.73	10.71	10.8	0.372	8	5
			7.52	8.12	7.42	0.19	4	6
			12.71	12.66	12.54	0.564	שרשרת כפולה	7

טבלה 1

פיזיקה - שאלון חקר. קיץ תשע"ד,  
סמל 917555,98

1. (4 נק') א. חשב את הממוצע של מדידות הזמנים שבוצעו לכל האורכים של המטוטלת. רשום את תוצאות החישובים בעמודה "10T ממוצע".

ב. חשב את ערכי T ורשום אותם בעמודה "T".

2. (8 נק') א. האם ציפית שיהיה הבדל בין ערכי T שהתקבלו במדידה 4 לבין ערכי T שהתקבלו במדידה 7? נמק את תשובתך.

ב. האם להערכתך ההבדל שהתקבל בין שתי המדידות משמעותי? הסבר את תשובתך.

3. (3 נק') יש שני דרכים להתחיל את מדידת הזמן:

- מנקודת תנועה קיצונית

- מנקודת השפל של התנועה

ציין את היתרון ואת החיסרון של אחת משתי הדרכים.



4. (4 נק') הסבר מדוע השגיאה היחסית בקביעת זמן המחזור של השרשרת קטנה יותר במקרה שבו מודדים עשרה זמני מחזור מאשר במקרה שבו מודדים זמן מחזור אחד.

5. (10 נק') 5. (5 נק') א. על סמך הרקע התאורטי, קבע איזה מן המשתנים שלהלן מקיים קשר ליניארי עם אורך המטוטלת (L).

T -

$T^2$  -

$\sqrt{T}$  -

$\frac{1}{T}$  -

הסביר את קביעתך.

5. (5 נק') ב. על סמך קביעתך בסעיף א', מלא את העמודה הריקה בטבלה שבעמוד 4. רשום את המשתנה שבחרת בראש העמודה.

6. (12 נק') סרטט על גבי הנייר המילימטרי שלפניך\* דיאגרמת פיזור שתתאר את הקשר הליניארי בין המשתנים שקבעת בשאלה 5, השתמש בערכים המופיעים בשש המדידות הראשונות בטבלה.

\* בעמוד 13 יש נייר מילימטרי נוסף, שתוכל להשתמש בו במקרה הצורך. תוכל להשתמש גם בניילון אלקטרוני על ידי הוראות הבוחן.  
אם אהב משתמש בניילון אלקטרוני, הדבק את מדבקת הנכחן שלך גם על תדפיס המחשב, וצרף אותו לשאלון.



7. (5 נק') הוסף לדיאגרמת הפיזור שסרטטת קו מגמה (הקו הישר המתאים ביותר לדיאגרמת הפיזור).

שאלות על הניסוי שתואר (44 נקודות)

8. (14 נק') 3. (5 נק') א. חשב את השיפוע של קו המגמה שסרטטת. פרט את חישוביך.

ב. מהו הערך התאורטי שהיית מצפה לקבל עבור השיפוע של קו המגמה? הסבר את תשובתך.

ג. (4 נק') חשב את השגיאה היחסית.

ד. (2 נק') הסבר את המשמעות של נקודות החיתוך של קו המגמה עם כל אחד מצירי הגרף שסרטטת.

9. (9 נק') 9. (3 נק') א. האם לחיכוך השרשרת עם האוויר יש השפעה מכרעת על מדידות זמן המחזור שבוצעו? נמק את תשובתך.

ב. (3 נק') האם לחיכוך שנוצר בין השרשרת ובין הרו יש השפעה מכרעת על מדידות זמן המחזור שבוצעו? נמק את תשובתך.



ג. האדם שמבצע את המדידות משמיע על דיוק המדידות. ציין מהם נורמי השגיאה הנובעים מהחשפעה הזו.

10. (5 נק') א. קבע באמצעות עיבוד התוצאות של הניסוי שתואר, מהו זמן המחזור של שרשרת שאורכה 45 ס"מ. תאר כיצד קבעת זאת. (10 נק')

ב. האם אפשר למדוד ישירות את זמן המחזור של שרשרת מהדקים שאורכה 45 ס"מ באמצעות מערכת הניסוי שתוארה? הסבר את תשובתך.

11. (5 נק') מה היחס בין זמן המחזור שיימדד כאשר המטוטלת תורכב מ-11 מהדקים לבין זמן המחזור שיימדד כאשר המטוטלת תורכב מ-22 מהדקים? הסבר את תשובתך.

12. (6 נק') בני מטוטלת מתמטית באמצעות חוט שבקצהו מסה המורכבת מ-12 מהדקים ואורכה הכולל זהה לאורך המטוטלת הפיזיקלית המורכבת מ-12 מהדקים (מדידה מספר 4 בטבלה). תזרו על מדידת הזמן של 10 T עבור מטוטלת זו. תוצאות המדידה שהתקבלו הן:

$$10 T = 15.70 \text{ sec} \quad 10 T = 15.34 \text{ sec} \quad 10 T = 15.45 \text{ sec}$$

א. קבע באמצעות תוצאות המדידה את זמן המחזור, T, של המטוטלת המתמטית.

ב. לשתי המטוטלות, המטוטלת המתמטית והמטוטלת הבנויה ממהדקים, אותה מסה ואותו אורך, בקירוב טוב, אולם זמן המחזור שלהן שונה. הסבר ממה נובע ההבדל.

חלק ב' - שאלות על ניסויי החובה (10 נק')

ענה על אחת משתי השאלות 13-14 (לכל שאלה 10 נקודות).

(10 נק') 13. שאלה זו עוסקת בניסוי "כא"מ ומתח הדקים".

2) נק') א. האם הנגד המשתנה שמתמשים בו בניסוי מחובר חיבור

ראוסטטי או חיבור פוטנציומטרי?

---

---

סרטט תרשים של המעגל החשמלי של הניסוי.

3) נק') ב. סרטט גרף איכותי המתאר את התלות של הגדלים הנמדדים  
בניסוי.

ג. הסבר כיצד קובעים את ההתנגדות הפנימית של הסוללה בניסוי.

---

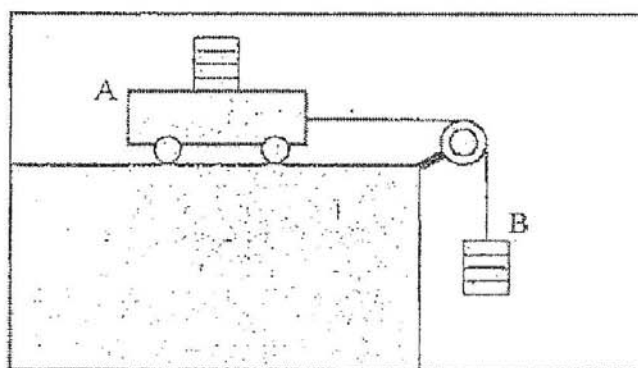
---

ד. ציין לאיזו מטרה משמש הנגד המשתנה בניסוי.

---

---

14. (10 נק') שאלה זו עוסקת בניסוי "החוק השני של ניוטון במערכת דו-גופית", המתואר באיור לשאלה.



איור לשאלה 14

א. האם העברת משקולות מגוף A לגוף B מתבצעת בחלק הניסוי שבו בודקים את תלות התאוצה,  $a$ , בכוח השקול,  $\Sigma F$ , או בחלק הניסוי שבו בודקים את התלות של  $a$  במסה הכוללת של המערכת? נמק את תשובתך.

---

---

---

---



(4 נק') ב. סרטט גרף איכותי המתאר את הקשר בין הגדלים שציינת  
בתשובתך לסעיף א'.

(3 נק') ג. תאר את עקרון הפעולה של מכשיר המדידה שבו השתמשת  
בניסוי.

---

---

---

---

