

מקום לנסחאות נבחן

פיזיקה – מעבדת חקר

לנבחנים ברמת חמש יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעתיים.
 - ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה שבע-עשרה שאלות. עליך לענות על כל השאלות 1-15, ועל שאלה אחת מבין השאלות 16-17. 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, וצרף אותו לשאלון.
- הערה לבוחן: רשום את הערותיך בעמוד 16.

בשאלון זה 16 עמודים ונוסחאון.

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

בהצלחה!

חקירת תנודות של מטוטלת העשויה מהדקים

רקע תאורטי

מטוטלת מתמטית מורכבת ממסה נקודתית, m , התלויה בקצה חוט, 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 למסה לחזור למקום שממנו יצאה, באותה מהירות (גודל וכיוון), נקרא **זמן מחזור**. אפשר להניח שכאשר המסה מוסטת מנקודת שיווי המשקל בזוויות קטנות (פחות מ- 20°), 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 תבצע 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 תחקור את זמן המחזור של תנודות המטוטלת הפיזיקלית.

המטוטלת הפיזיקלית בניסוי היא שרשרת של מהדקים.

רשימת הציוד

1. פן באורך של 50 ס"מ לפחות
2. מצמד
3. כליבה (מומלץ להשתמש בכליבה כדי להצמיד את הכן לשולחן)
4. סרגל באורך של 1 מטר
5. שעון עצר
6. 40 מהדקי נייר מתכתיים באורך של כ-50 מ"מ כל אחד
7. מפתח משולש מתיל קשיח לקביעת מידת הפתיחה של המטוטלת - עד כ- 20°
8. מוט עץ באורך של כ-15 ס"מ, ובקצהו ון
9. חוט באורך של כ-60 ס"מ

חלק א' - חקירת זמן המחזור של תנודות המטוטלת (58 נקודות)

1. בניית מערכת הניסוי (4 נק')

- הצב את הכן על השולחן (תוכל להדק אותו לשולחן אם יש ברשותך כליבה).
- חבר את מוט העץ אל הכן באמצעות המצמד, כך שהמוט יהיה אופקי.
- הנח על מוט העץ את המפתח המשולש.
- הרכב שרשרת מ-24 מהדקים. חבר את המהדקים זה לזה בקצותיהם (ולא בחלקיהם הפנימיים).
- תלה את השרשרת על הגוף של מוט העץ באחד מקצותיה. ודא שהשרשרת אינה פוגעת ברצפה.



איור 1: צילום מטוטלת המהדקים

2. (18 נק') עריכת הניסוי

- הסט את השרשרת מרחק הסטה של כ- 20° (היעזר בַּמְפָּתָח שבערכה). הקפד לשחרר את השרשרת כך שיישמר מישור תנודה קבוע ככל האפשר. התאמן מספר פעמים בשחרור השרשרת, ללא מדידה. ודא שהשרשרת אינה פוגעת במכשול כלשהו תוך כדי תנועתה.
- מדוד את אורכה של השרשרת, L, ורשום ערך זה במקום המתאים בטבלה.

מספר המדידה	מספר המהדקים	אורך המטוטלת (השרשרת) L []	10 T I []	10 T II []	10 T III []	10 T ממוצע []	T []
1	24						
2	20						
3	16						
4	12						
5	8						
6	4						
7	שרשרת כפולה						

- הסט את השרשרת מרחק הסטה של כ- 20° . שחרר אותה ומדוד את משך הזמן של עשרה מחזורים (10T). בצע את המדידה שלוש פעמים ורשום את הערכים שמדדת בטבלה.
- הורד מהשרשרת ארבעה מהדקים בכל פעם, וחזור על המדידות הקודמות (10T, L) עד שהשרשרת תכלול ארבעה מהדקים. רשום את הערכים במקומות המתאימים בטבלה.
- בנה מחדש שרשרת המורכבת מ-24 מהדקים. חבר את שני קצות השרשרת לִּוּן, כך שתתקבל שרשרת כפולה של 12 מהדקים. חזור על המדידות של L ו־10T ורשום את הערכים במקומות המתאימים בטבלה.

3. (4 נק') (3 נק') א. חשב את הממוצע של מדידות הזמנים שביצעת לכל האורכים של המטוטלת. רשום את תוצאות החישובים בעמודה "10T ממוצע".

1) (נק') ב. חשב את ערכי T ורשום אותם בעמודה "T".

4. (2 נק') (2 נק') ציין בראש כל עמודה בטבלה במקום המיועד לכך את יחידות המדידה המתאימות.

5. (5 נק') (3 נק') א. האם ציפית שיהיה הבדל בין ערכי T שהתקבלו במדידה 4 לבין ערכי T שהתקבלו במדידה 7 ? נמק את תשובתך.

2) (נק') ב. האם להערכתך ההבדל שקיבלת בין שתי המדידות משמעותי? הסבר כיצד קבעת זאת.

6. (3 נק') יש שתי דרכים להתחיל את מדידת הזמן:
- מנקודת תנודה קיצונית
- מנקודת השפל של התנודה
ציין את היתרון ואת החיסרון של **אחת** משתי הדרכים.

7. (3 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.

8. (8 נק') א. על סמך הרקע התאורטי, קבע איזה מן המשתנים שלהלן מקיים קשר לינארי עם אורך המטוטלת (L).

T -

T² -

\sqrt{T} -

$\frac{1}{T}$ -

הסבר את קביעתך.

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

9. (8 נק') סרטט על גבי הנייר המילימטרי שלפניך* דיאגרמת פיזור שתתאר את הקשר הלינארי בין המשתנים שקבעת בשאלה 8. השתמש בערכים המופיעים בשש המדידות הראשונות בטבלה.



* בעמוד 13 יש נייר מילימטרי נוסף, שתוכל להשתמש בו במקרה הצורך. תוכל להשתמש גם בגיליון אלקטרוני על-פי הוראות הבוחרן.
אם אתה משתמש בגיליון אלקטרוני, הדבק את מדבקת הנבחן שלך גם על תדפיס המחשב, וצרף אותו לשאלון.

10. (3 נק') הוסף לדיאגרמת הפיזור שרטטת קו מגמה (הקו הישר המתאים ביותר לדיאגרמת הפיזור).

שאלות על הניסוי שביצעת (32 נקודות)

10 (10 נק') • 11. (3 נק') א. חשב את השיפוע של קו המגמה ששרטטת. פרט את חישוביך.

3 (3 נק') ב. מהו הערך התאורטי שהיית מצפה לקבל עבור השיפוע של קו המגמה? הסבר את תשובתך.

2 (2 נק') ג. חשב את השגיאה היחסית.

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

12. (8 נק') (3 נק') א. האם לחיכוך השרשרת עם האוויר יש השפעה מכרעת על מדידות זמן המחזור שביצעת? נמק את תשובתך.

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

ג. האדם שמבצע את המדידות משפיע על דיוק המדידות. ציין מהם גורמי השגיאה הנובעים מההשפעה הזו.

13. (6 נק') א. קבע באמצעות עיבוד התוצאות של הניסוי שביצעת, מהו זמן המחזור של שרשרת שאורכה 45 ס"מ. תאר כיצד קבעת זאת.

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

14. (4 נק') מה יהיה, להערכתך, היחס בין זמן המחזור שיימדד כאשר המטוטלת תורכב מ-11 מהדקים לבין זמן המחזור שיימדד כאשר המטוטלת תורכב מ-22 מהדקים? נמק את תשובתך.

15. (4 נק') באמצעות החוט שברשותך בנה מטוטלת מתמטית שבקצה האחד שלה תלויה מסה המורכבת מ-12 מהדקים. תלה את הקצה השני של המטוטלת על הוו, כך שהאורך הכולל של המטוטלת יהיה זהה לאורך המטוטלת שבנית באמצעות 12 מהדקים במדידה מס' 4.

2) (נק') א. מהו זמן המחזור 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 16-17 (לכל שאלה 10 נקודות).

(10 נק') 16. שאלה זו עוסקת בניסוי "כא"מ ומתח הדקים".

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

ראוסטטי או חיבור פוטנציומטרי?

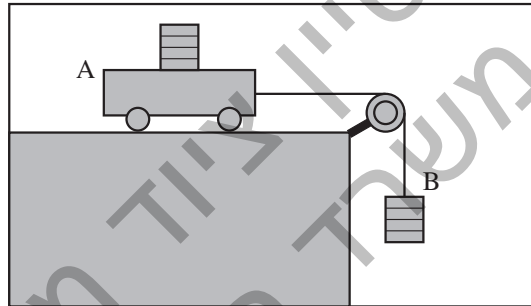
סרטט תרשים של המעגל החשמלי של הניסוי.

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

3) נק' ג. הסבר כיצד קובעים את ההתנגדות הפנימית של הסוללה בניסוי.

2) נק' ד. ציין לאיזו מטרה משמש הנגד המשתנה בניסוי.

17 (10 נק') שאלה זו עוסקת בניסוי "החוק השני של ניוטון במערכת דו-גופית", המתואר באיור לשאלה.



איור לשאלה 17

3) נק' א. האם העברת משקולות מגוף A לגוף B מתבצעת בחלק הניסוי שבו בודקים את תלות התאוצה, a , בכוח השקול, ΣF , 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.

טיוטה

ש.רובינשטיין ציוד מדעי בע"מ
משרד החינוך

טיוטה

ש.רובינשטיין ציוד מדעי בע"מ
משרד החינוך

הערות הבוחן

ש.רובינשטיין ציוד מדעי בע"מ
משרד החינוך

בהצלחה!

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