

## פיזיקה קרינה וחומר הוראות

- א. משך הבחינה: שעתיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:  
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן יש לענות על שלוש שאלות בלבד.  
לכל שאלה –  $33\frac{1}{3}$  נקודות;  $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$  נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות.  
(2) נוסחאות ונתונים בפיזיקה (מצורפים).
- ד. הוראות מיוחדות:  
(1) יש לענות על שלוש שאלות בלבד. אם תענו על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברתכם.  
יש לציין באופן ברור את מספר השאלה שבחרתם ואת הסעיף.  
(2) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, יש להציג את השלבים האלה:  
רישום הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות והנתונים המצורפים, פיתוח מתמטי ושינוי נושא נוסחה בהתאם לבעיה, הצגה מפורשת של הנתונים בביטוי שהתקבל, הצגת תוצאות החישוב באמצעות שבר עשרוני ובו מספר מתאים של ספרות משמעותיות וכן יחידות המידה.  
(3) את הגרפים יש לסרטט בגודל של חצי עמוד לפחות. יש להשתמש בסרגל לסרטוט קווים ישרים.  
(4) כאשר נדרשים להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים מתוך הטבלה שבדפי הנוסחאות והנתונים או בגודל תאוצת הנפילה החופשית  $g$ .  
(5) בחישובים יש להשתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לגודל של  $g$  – תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).  
(6) יש לכתוב את התשובות בעט. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים וגרפים בלבד.  
(7) במקרה של טעות, אפשר להסתפק בהעברת קו חוצה כפול על המילים או המשפטים השגויים.

יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.  
כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

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

**בהצלחה!**

## השאלות

ענו על שלוש מן השאלות 1-5.

(לכל שאלה –  $33\frac{1}{3}$  נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

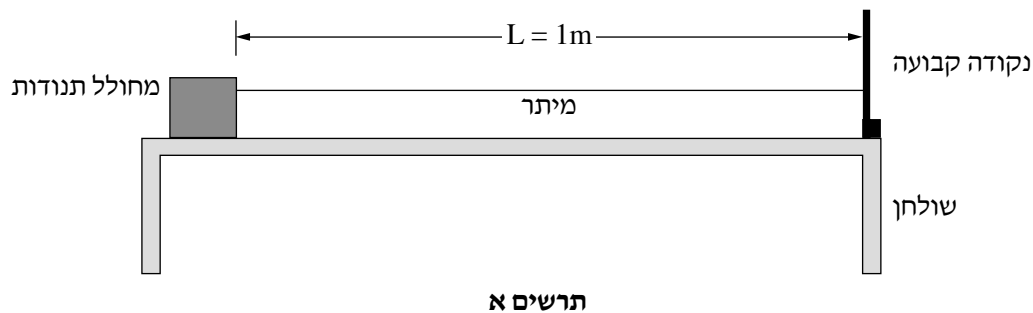
1. צלילים של כלי מיתר (גיטרה, כינור, נבל וכו') מופקים מגלים עומדים הנוצרים במיתרים. ככל שהתדירות גבוהה יותר, הצליל מוגדר גבוה יותר.

משני קצותיו של מיתר ארוך ומתוח משגרים 2 גלים מחזוריים.

א. פרטו את התנאים הפיזיקליים של מקורות הגלים שנדרשים כדי שיווצר גל עומד במיתר הארוך. (6 נקודות)

להדגמת היווצרות גלים עומדים באמצעות מיתר הורכבה מערכת הכוללת מיתר שחובר בקצה אחד למחולל תנודות ובקצהו האחר לנקודה קבועה (ראו תרשים א).

נתון: אורך המיתר  $L = 1\text{m}$ .



כאשר תדירות המחולל הייתה  $12.5\text{ Hz}$ , נצפה במיתר גל עומד כמתואר בתרשים ב.



ב. חשבו את מהירות התפשטות הגל במיתר. (6 נקודות)

שינו את תדירות המחולל עד למצב שבו נצפה במיתר גל עומד כמתואר בתרשים ג.



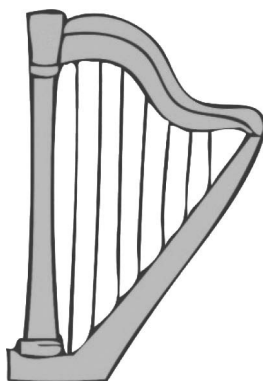
ג. קבעו אם בעקבות שינוי התדירות, מהירות התפשטות הגל במיתר גדלה, קטנה או לא השתנתה? נמקו את קביעתכם. (5 נקודות)

ד. חשבו את תדירות המחולל שיצרה את הגל העומד המתואר בתרשים ג. (6 נקודות)

ה. קבעו אם כאשר ישנו את תדירות המחולל ל-  $60\text{ Hz}$ , ייווצר גל עומד במיתר. נמקו את קביעתכם. (6 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

נבל הוא כלי נגינה שכולל מיתרים באורך שונה זה מזה (ראו איור). בתחרות נבל בין-לאומית שנערכה בשנת 2006 זכה במקום הראשון נגן נבל ישראלי ששמו סיון מגן.



בנבל, כמו בכל כלי המיתר, כאשר נגן פורט על מיתר, נוצר בו גל עומד המפיק צליל. ככל שהתדירות גבוהה יותר, הצליל מוגדר גבוה יותר.

נתייחס לשני מיתרים בנבל – מיתר א ומיתר ב – העשויים מאותו החומר ומתיחותם זהה. ידוע כי מיתר א מפיק צליל גבוה יותר ממיתר ב.

ו. קבעו אם מיתר א ארוך יותר ממיתר ב או קצר ממנו. נמקו את קביעתכם. ( $4\frac{1}{3}$  נקודות)

2. א. לפניכם ארבעה היגדים 1-4. קבעו איזה מן ההיגדים לא נכון. נמקו את קביעתכם.

1. גלים אלקטרומגנטיים הם גלי רוחב.
2. מהירות ההתפשטות של גל אלקטרומגנטי תלויה בתווך שבו הוא מתפשט.
3. אורך הגל של גל אלקטרומגנטי תלוי בתווך שבו הוא מתפשט.
4. תדירותו של גל אלקטרומגנטי תלויה בתווך שבו הוא מתפשט.

(6 נקודות)

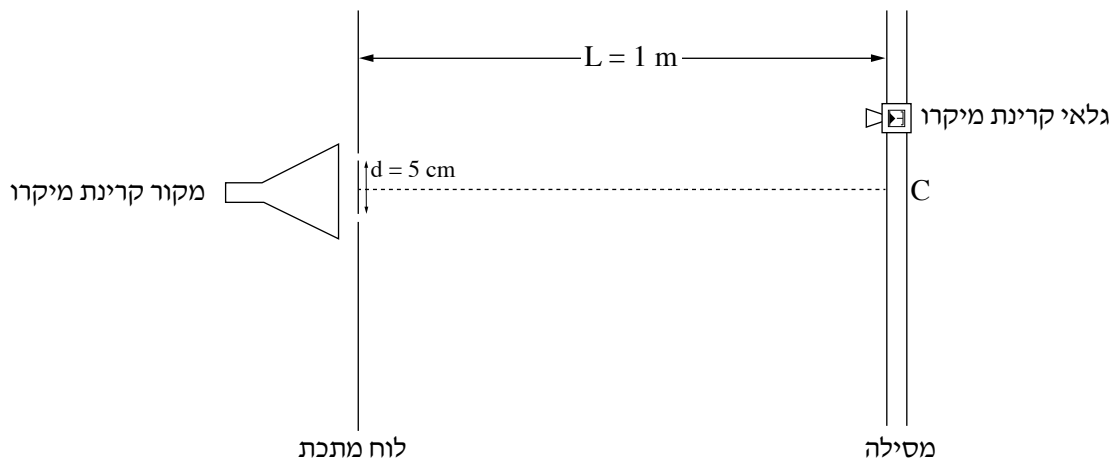
קרנית גלי מיקרו נכללת בספקטרום הגלים האלקטרומגנטיים, בתחום התדירויות שבין  $300 \cdot 10^6 \text{ Hz}$  ובין  $300 \cdot 10^9 \text{ Hz}$ .

ב. חשבו את אורך הגל המזערי של גלי המיקרו בריק. (7 נקודות)

בתרשים שלפניכם מתוארת מערכת המשמשת לביצוע מדידות בהתאבכות של קרנית גלי מיקרו. המערכת כוללת מקור הפולט קרינה באורך גל יחיד, ולפניו נמצא לוח מתכת ובו שני הסדקים צרים. כיוון הקרינה ניצב למישור הלוח, והמרחק בין מרכזי הסדקים הוא  $d = 5 \text{ cm}$ .

במקביל ללוח, במרחק של  $L = 1 \text{ m}$  ממנו, מוצבת מסילה ארוכה מאוד שעליה מותקן גלאי קרינת מיקרו המציג את עוצמת הגל הנקלט.

אפשר להזיז את הגלאי לאורך המסילה. הנקודה C נמצאת מול אמצע המרחק שבין מרכזי שני הסדקים (ראו תרשים).



תלמיד הזיז את הגלאי לאורך המסילה והבחין בנקודות שבהן עוצמת הגל הייתה במקסימום ונקודות שבהן היא הייתה במינימום.

ג. הסבירו מדוע כאשר הגלאי נמצא בנקודה C, עוצמת הגל הנמדדת היא במקסימום. (8 נקודות)

התלמיד הזיז את הגלאי מן הנקודה C, ובמרחק של  $24.75 \text{ cm}$  ממנה נמדדה לראשונה שוב עוצמת גל במקסימום.

ד. חשבו את אורך הגל. (8 נקודות)

ה. חשבו את המספר המרבי של הנקודות לאורך המסילה הארוכה מאוד שבהן נקלטה עוצמת גל במקסימום.

( $4\frac{1}{3}$  נקודות)

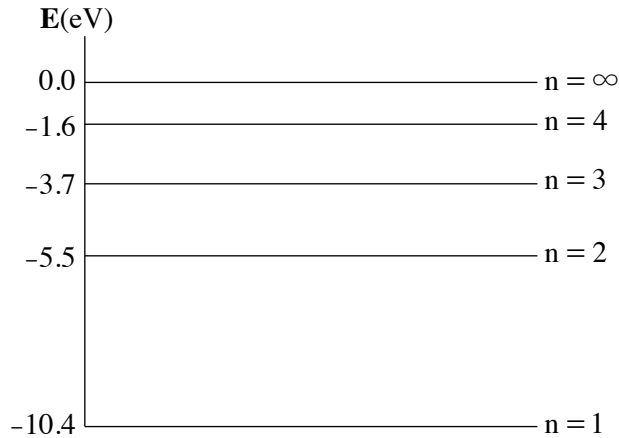
3. תלמיד בית ספר תיכון במגמת פיזיקה תכנן ניסוי בנושא האפקט הפוטואלקטרי. הוא מדד את מתח העצירה של האלקטרונים הנפלטים כאשר התא הפוטואלקטרי הוקרן באור באורכי גל שונים.
- על פי תוצאות המדידות, התלמיד סרטט גרף המתאר את ערכי מתח העצירה ( $V$ ) כפונקצייה של הערך ההופכי של אורך הגל ( $\frac{1}{\lambda}$ ), כמתואר בגרף שלפניכם.

מתח העצירה כפונקצייה של הערך ההופכי של אורך הגל



- א. פתחו ביטוי של מתח העצירה,  $V$ , כפונקצייה של אורך הגל של האור,  $\lambda$ . (6 נקודות)
- ב. מה המשמעות הפיזיקלית של נקודת החיתוך של הגרף עם הציר האופקי? הסבירו את קביעתכם. (5 נקודות)
- ג. על פי הגרף, חשבו את ערכו של קבוע פלנק,  $h$ , שהתקבל בניסוי שביצע התלמיד. (7 נקודות)
- ד. חשבו את  $B$ , פונקציית העבודה של הקתודה (הפולט) בתא הפוטואלקטרי בניסוי זה. (6 נקודות)
- ה. מקרינים את הקתודה בקרינה שאורך הגל שלה הוא  $400 \text{ nm}$ . קבעו את מתח העצירה הדרוש כדי לאפס את הזרם בשפופרת. (5 נקודות)
- ו. הסבירו מדוע המודל הגלי של האור לא מסביר את האפקט הפוטואלקטרי. ( $4\frac{1}{3}$  נקודות)

4. אלומת אלקטרונים מואצת בהפרש פוטנציאליים של 7V בשפופרת שמכילה גז אטומי כספית בלחץ נמוך ובטמפרטורה נמוכה כך שאפשר להניח שאטומי הגז נמצאים בתחילה ברמת היסוד. התרשים מתאר חלק מרמות האנרגייה של אטום כספית.



בעקבות מעבר אלומת האלקטרונים המואצים דרך הגז, נפלטה קרינה אלקטרומגנטית מן השפופרת. קרינה זו הופיעה בקווים ספקטראליים בדידים.

- א. הסבירו מדוע הקווים הספקטראליים בספקטרום הפליטה הם בדידים. (7 נקודות)
- ב. העתיקו את התרשים למחברתכם. סמנו באמצעות חיצים את המעברים בפליטה בין רמות האנרגייה של האטום. (7 נקודות)
- ג. חשבו את אורך הגל המרבי שהתקבל בספקטרום הפליטה. (7 נקודות)
- ד. במקרה אחר הקרינו את השפופרת בקרינה אלקטרומגנטית. עבור כל אחד משני אורכי הגל (1)–(2) הנתונים לפניכם, חשבו את האנרגייה של הפוטונים, וקבעו אם יתקיים עירור מרמת היסוד. אם לא – הסבירו מדוע, ואם כן – קבעו לאיזו רמה הם יגיעו.
- (1) אורך הגל של הקרינה הוא 185 nm .
- (2) אורך הגל של הקרינה הוא 170 nm .
- (8 נקודות)

הקרינו שוב את השפופרת בקרינה באורך גל של 82 nm . עקב כך האטומים יוננו ונפלטו מהם אלקטרונים שיש להם אנרגייה קינטית.

- ה. חשבו את האנרגייה הקינטית של האלקטרונים ברגע שנפלטו. (4  $\frac{1}{3}$  נקודות)

5.

חומר רדיואקטיבי פולט קרינה רדיואקטיבית באופן ספונטני.

העבירו קרינה רדיואקטיבית בכיוון מאונך לשדה מגנטי, והקרינה הרדיואקטיבית התפצלה לשלושה סוגי קרינה. בעזרת לוח צילום גילו כי שני סוגי קרינה הושפעו מן השדה המגנטי ושינו את כיוונם, וכי סוג הקרינה השלישי לא הושפע.

א. קבעו את סוג הקרינה שלא הושפע מן השדה המגנטי, ונמקו את קביעתכם. (4 נקודות)

ב. רשמו את נוסחת ההתפרקות הרדיואקטיבית של גרעין  ${}^A_ZX$  כאשר נפלט ממנו סוג הקרינה שקבעתם בסעיף א. (5 נקודות)

יוד  ${}^{131}_{53}\text{I}$  הוא חומר רדיואקטיבי שמשמש ברפואה לטיפול בבלוטת התריס.

חוקרים לקחו מדגם של יוד  ${}^{131}_{53}\text{I}$  ומדדו את מספר הגרעינים,  $N$ , שלא התפרקו ברגע  $t = 0$ . הם חזרו על המדידה עוד כמה פעמים בזמנים שונים. תוצאות המדידות רשומות בטבלה שלפניכם.

מספר המדידה	$N$ ( $10^{18}$ )	$t$ (ימים)
1	8	0
2	6	3.5
3	5	5.4
4	2	16.0
5	0.5	32.0

ג. סרטטו גרף של מספר הגרעינים,  $N$ , כפונקצייה של הזמן  $t$ . (7 נקודות)

ד. היעזרו בגרף וקבעו את זמן מחצית החיים,  $T_{1/2}$ , של היוד וחשבו את קבוע הדעיכה,  $\lambda$ . (7 נקודות)

ה. נתון שהפעילות של  ${}^{131}_{53}\text{I}$  ברגע נתון הייתה  $R$ . אחרי פרק זמן הפעילות קטנה ל- $\frac{R}{10}$ . חשבו את פרק הזמן הזה. (6 נקודות)

במדגם אחר מספר הגרעינים ההתחלתי של  ${}^{131}_{53}\text{I}$  ברגע  $t = 0$  היה כפול ( $2N$ ).

ו. קבעו אם במדגם זה זמן מחצית החיים  $T_{1/2}$  גדול מזמן מחצית החיים של המדגם הראשון, קטן ממנו או שווה לו. נמקו את קביעתכם. ( $4\frac{1}{3}$  נקודות)

### בהצלחה!