

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים  
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים  
מועד הבחינה: קיץ תש"ע, 2010  
מספר השאלון: 654, 036541  
נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה ל-5 יח"ל

## פיזיקה קרינה וחומר

לתלמידי 5 יחידות לימוד

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:  
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך 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.  
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:  
(1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.  
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)  
(2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.  
כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן.  
לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רישום יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.  
(3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית  $g$  או מהירות האור  $c$ .  
(4) בחישובך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.  
(5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. השתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

**בהצלחה!**

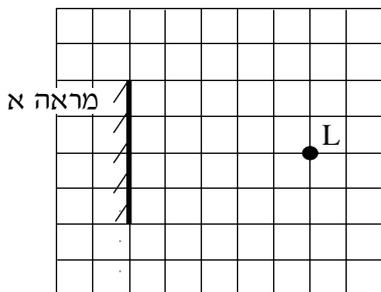
/המשך מעבר לדף/

## ה ש א ל ו ת

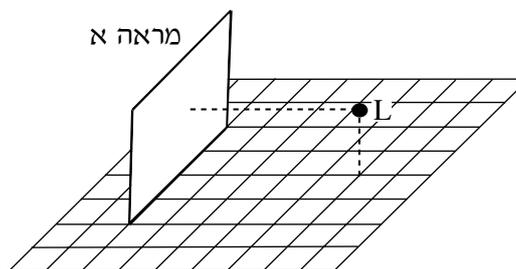
ענה על שלוש מהשאלות 5-1.

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

1. בתרשים א מתוארת נורה דולקת L הניצבת מול מראה מישורית א. המראה עומדת בניצב הרצפה. כדי לאפיין את המיקום של L, מסורטטים מהנורה אנכים אל הרצפה ואל המראה. בתרשים ב מתוארת אותה מערכת, במבט מלמעלה, במישור שבו נמצאת הנורה L.

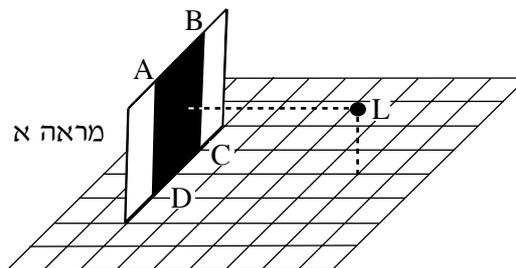


תרשים ב



תרשים א

- א. העתק למחברתך את תרשים ב כך שכל משבצת בתרשים תיוצג על ידי משבצת במחברתך. מצא, בעזרת סרטוט של 2 קרניים, את הדמות של הנורה L. התייחס לנורה כאל מקור אור נקודתי. ( $8\frac{1}{3}$  נקודות)
- ב. בתרשים ג מוצגת אותה מערכת, אלא שהפעם חלק ABCD של המראה (שנמצא מול הנורה) מכוסה במשטח אטום לאור.



תרשים ג

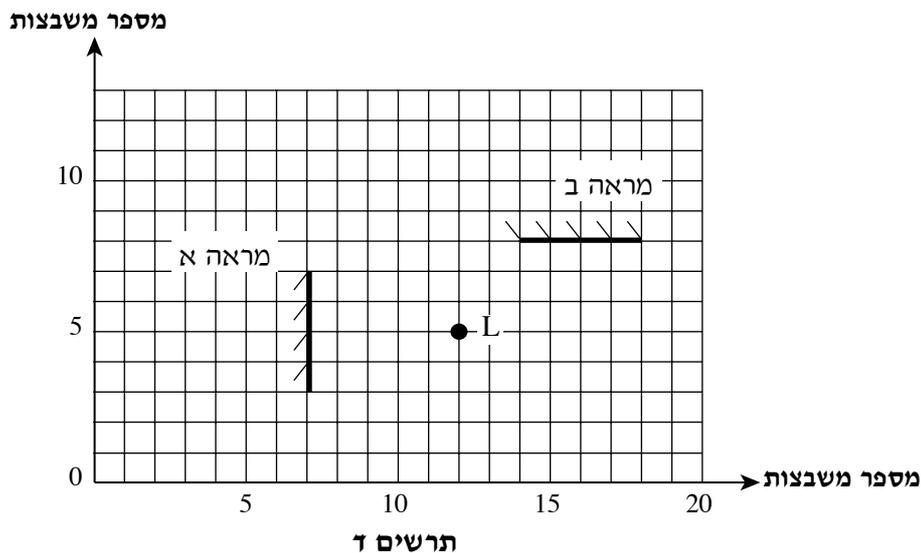
/המשך בעמוד 3/

(שים לב: המשך סעיף ב של השאלה בעמוד הבא.)

קבע איזו מבין האפשרויות 1-3 שלפניך מייצגת את המספר הנכון של הדמויות המתקבלות באמצעות מראה א. הסבר את קביעתך.  
 שים לב: דמויות נספרות כדמויות שונות אם מיקומן שונה.

1. דמות אחת
  2. שתי דמויות
  3. אף דמות
- (9 נקודות)

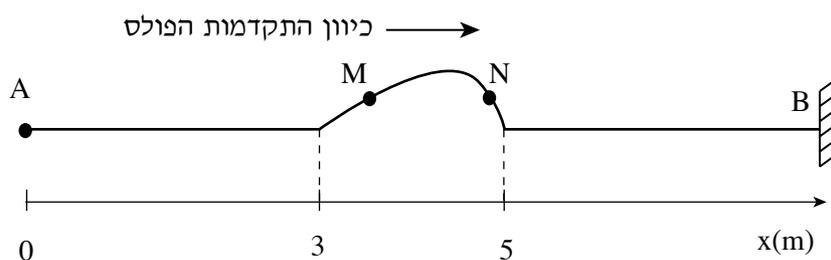
למערכת המתוארת בתרשים ג מוסיפים מראה ב, וגם היא עומדת בניצב לרצפה. מראה ב מונחת בניצב למראה א, וגובהה שווה לזה של מראה א. מסירים ממראה א את המשטח האטום. בתרשים ד המערכת מוצגת במבט מלמעלה (חתך אופקי של המערכת במישור שבו נמצאת הנורה L) בתוספת מערכת צירים.



- מכסים את כל פני מראה א במשטח אטום לאור.
- ג. (1) ציין את מיקומה של דמות הנורה L, הנוצרת באמצעות מראה ב (כלומר שיעורי הנקודה שבה היא נוצרת).
  - (2) במקום הנורה עומד צופה שעניו נמצאות בגובה זהה לגובה הנורה מעל הרצפה. האם הצופה יכול לראות את דמותו שנוצרה באמצעות מראה ב? היעזר בתרשים ונמק את תשובתך.
- (11 נקודות)

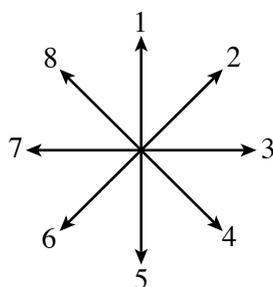
- ד. מסירים את המשטח האטום ממראה א ומחזירים את הנורה למקומה במקום הצופה. ציין את מיקומה של דמות הנורה הנוצרת על ידי אור שיוצא מהנורה, פוגע באחת המראות, חוזר ממנה לעבר המראה השנייה, וחוזר מהמראה השנייה.
- (5 נקודות)
- /המשך בעמוד 4/

2. תלמיד מחזיק בקצה A של חבל אלסטי אופקי מתוח, הקשור בקצהו האחר, B, לקיר. התלמיד מניע את ידו בכיוון מאונך לחבל ברגע  $t_0 = 0$ , תחילה כלפי מעלה ומיד לאחר מכן כלפי מטה, עד שהיד מגיעה לנקודת המוצא ברגע  $t_1 = 0.5$  s. לאורך החבל נוצר פולס המתקדם ימינה. תרשים א' שלפניך מציג את מצב החבל ברגע מסוים  $t_2$ , וכן ציר מקום x.



תרשים א'

- א. חשב את מהירות ההתפשטות של הפולס בחבל. (5 נקודות)
- ב. חשב את  $t_2$ . (5 נקודות)
- ג. על החבל מסומנות שתי נקודות M ו-N. ציין את כיוון התנועה של כל אחת משתי נקודות אלה ברגע  $t_2$ , באמצעות הכיוונים המסומנים בתרשים ב. (8 נקודות)



תרשים ב'

- ד. בניסוי אחר, באותו חבל, התלמיד מחבר את הקצה A למחולל תנודות, שיוצר גל רוחב מחזורי סינוסואידלי (כלומר גל שצורתו דומה לגרף הפונקציה סינוס). מתיחות החבל נשארה כמו שהייתה בניסוי הקודם, משרעת הגל  $A = 1.4$  cm והתדירות  $f = 4$  Hz. חשב את אורך הגל של הגל המחזורי הנוצר. (4 נקודות)

ה. נתון שברגע  $t = 0$  המחולל מתחיל את תנועתו כלפי מעלה.

(1) סרטט את צורת הגל (העתק,  $y$ , של הנקודות כפונקציה של מיקומן,  $x$ ) ברגע  $t = \frac{T}{2}$  (T – זמן המחזור).

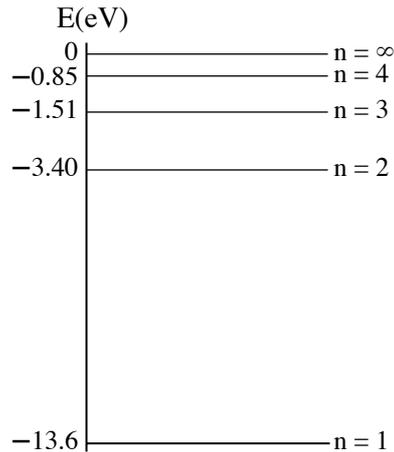
(2) סרטט את צורת הגל (העתק,  $y$ , של הנקודות כפונקציה של מיקומן,  $x$ ) ברגע  $t = T$ .

(8 נקודות)

ו. הקצה הימני B של החבל קשור, לכן נקודה B נמצאת כל הזמן במנוחה. הסבר, בעזרת עקרון הסופרפוזיציה, כיצד מעובדה זאת נובע שהגל המוחזר מהקיר הוא "הפוך" ביחס לגל הפוגע. ( $\frac{1}{3}$  נקודות)

3. מבצעים שני ניסויים עם גז מימן חד-אטומי.

בניסוי הראשון אלומת קרינה אלקטרומגנטית שאורכי הגל שלה בתחום 200 nm-100 nm עוברת דרך מכל עם גז מימן לא מעורר. חלק מהקרינה האלקטרומגנטית נבלע. לפניך דיאגרמה חלקית של רמות האנרגיה של אטום מימן.



א. הקרינה האלקטרומגנטית בתחום הנתון אינה מייננת אטומי מימן הנמצאים ברמת היסוד. הסבר מדוע. (5 נקודות)

בתשובותיך לסעיפים ב-ה יש להזניח את בליעת האנרגיה על ידי אטום מימן מעורר.

ב. (1) חשב את אורכי הגל של הקרינה שנבלעה.

(2) העתק את הדיאגרמה למחברתך, וסמן בה חצים שמייצגים מעברים בין הרמות, המתאימים לבליעת אורכי הגל שחישבת.

(8 נקודות)

ג. בניסוי השני אלקטרונים מואצים עוברים דרך אותו מכל עם גז מימן לא מעורר.

(1) חשב את המתח המינימלי הדרוש להאצת האלקטרונים ממנוחה, כדי שיוכלו לגרום ליינון של אטומי המימן.

(2) האם ייתכן שאלקטרון שהואץ במתח שחישבת בתת-סעיף ג (1), יגרום

לעירור האטום (ולא ליינון)? נמק.

(9 נקודות)

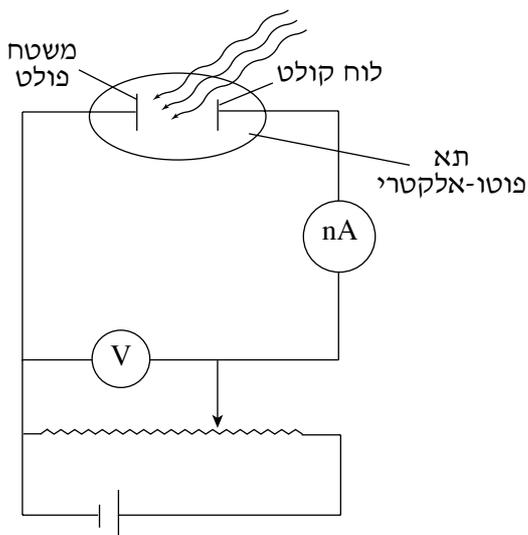
(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ד. כאשר אטום מימן בולע קרינה אלקטרומגנטית, האם רדיוס המסלול של האלקטרון גדל, קטן או אינו משתנה? נמק. (6 נקודות)

ה. אחת ההנחות שעליהן מבוסס מודל בוהר לאטום מימן היא הקשר  $m_e v r = n \frac{h}{2\pi}$ . הראה כי הנחה זו של בוהר שקולה להנחה שהיקף המסלול המעגלי של האלקטרון באטום מימן הוא כפולה שלמה של אורך גל דה-ברויי של האלקטרון. ( $5\frac{1}{3}$  נקודות)

/המשך בעמוד 8/

4. תלמיד ביצע ניסוי כדי לחקור אפקט פוטו-אלקטרי. לרשותו עמדו:  
 מקור אור לבן, מסננים בצבעים שונים (על כל מסנן כתוב אורך הגל המינימלי,  $\lambda_0$ , המועבר על ידי המסנן) ותא פוטו-אלקטרי.  
 התלמיד הרכיב מעגל חשמלי המתואר בתרשים. בכל פעם הוא הציב בדרכה של אלומת האור הלבן את אחד המסננים, ומדד את מתח העצירה (V).



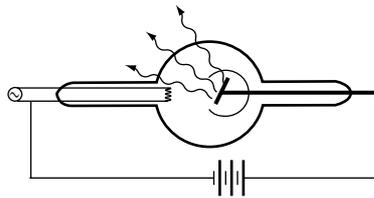
הנתונים שהתקבלו מוצגים בטבלה שלפניך.

מתח העצירה (V)	אורך הגל המינימלי $\lambda_0$ (nm)
0.4	650
0.5	620
0.7	560
0.8	540
1.0	500
1.2	460
1.6	400

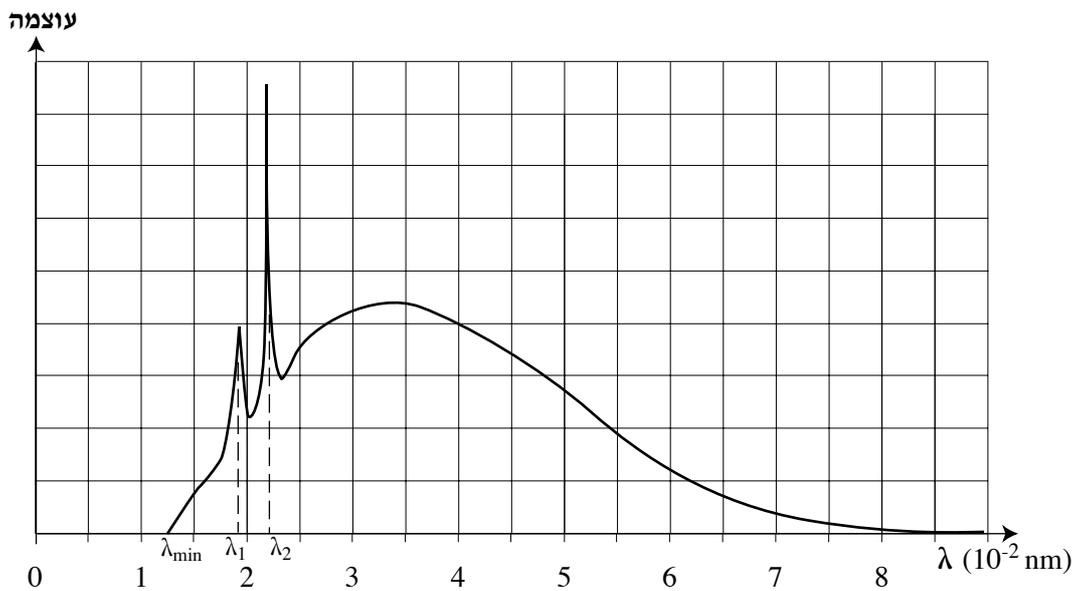
(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

- א. (1)** בלי להסתמך על תוצאות הניסוי, פתח ביטוי המתאר את מתח העצירה (V) כפונקציה של אורך הגל המינימלי ( $\lambda_0$ ).
- (2)** האם הקשר שהתקבל הוא לינארי? נמק.  
(9 נקודות)
- ב. (1)** העתק את הטבלה למחברתך, והוסף לה עמודה שבה תרשום את הערכים המתאימים של  $\frac{1}{\lambda_0}$ .
- (2)** סרטט גרף של מתח העצירה, V, כפונקציה של  $\frac{1}{\lambda_0}$ .  
(9 נקודות)
- ג. (1)** מצא על פי הגרף את קבוע פלנק. פרט את חישוביך.
- (2)** מצא על פי הגרף את אורך הגל המקסימלי שעבורו תתקבל פליטת אלקטרונים מן המשטח הפולט. פרט את שיקוליך ואת חישוביך.  
(12 נקודות)
- ד. (1)** הסבר מדוע קיים אורך גל מקסימלי שעבורו תתקבל פליטת האלקטרונים מן המשטח הפולט. ( $3\frac{1}{3}$  נקודות)

5. בתרשים א מוצגת באופן סכמטי שפופרת קרינת X. בשפופרת זו מאיצים אלקטרונים במתח של 100,000 V. בתרשים ב מוצגת עקומה המתארת את העוצמה היחסית של הקרינה הנפלטת מהשפופרת הנתונה כפונקציה של אורך הגל. העקומה מורכבת משני חלקים: ספקטרום רציף שיש לו אורך גל מינימלי המסומן בתרשים ב-  $\lambda_{\min}$ , וספקטרום בדיד. אורכי הגלים המתאימים לספקטרום הבדיד מסומנים ב-  $\lambda_1$  ו-  $\lambda_2$ .



תרשים א



תרשים ב

- א. הסבר מדוע צריך לרוקן את השפופרת מאוויר. (4  $\frac{1}{3}$  נקודות)  
 ב. הסבר את התהליך שגורם לקבלת הספקטרום הרציף של קרינת ה-X. (8 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 11/

- ג. (1) חשב את אורך הגל המינימלי  $\lambda_{\min}$  המתקבל בספקטרום הרציף.
- (2) אילו היו מאיצים אלקטרונים במתח נמוך מ-  $100,000\text{V}$ , האם אורך הגל המינימלי בספקטרום הרציף היה גדול יותר מ-  $\lambda_{\min}$  שחישבת בתת-סעיף ג (1), קטן ממנו או שווה לו? נמק.
- (3) מורידים את מתח ההאצה של האלקטרונים בשפופרת ל-  $40,000\text{V}$ . הסבר מדוע בספקטרום של הקרינה הנפלטת מהשפופרת במצב זה לא מופיע המרכיב הבדיד.
- (13 נקודות)
- ד. כדי לקבל תצלום רנטגן לצורך אבחון רפואי, מקרינים קרינת רנטגן לעבר האיבר הנבדק, כשמצדו האחר של האיבר נמצא לוח צילום. חלק הקרינה שלא נבלע במעבר דרך האיבר הנבדק מגיע ללוח הצילום ומשחיר אותו. בתרשים א אפשר לראות כי מקור הקרינה הוא מקור לא נקודתי.
- (1) הסבר מדוע ככל שהאיבר הנבדק יוצמד יותר אל לוח הצילום, התמונה שתתקבל תהיה חדה יותר.
- (2) האיבר הנבדק מוצמד ללוח הצילום, ומקור הקרינה מורחק. ציין שינוי אחד בתצלום שיתקבל במצב זה.
- (8 נקודות)

## בהצלחה!