

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 7
מספר השאלון: 036282
שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

קרינה וחומר - 5 יחידות לימוד

הוראות

- א. משך הבחינה: שתיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה חמש שאלות, ומהן יש לענות על שלוש שאלות בלבד. לכל שאלה - $\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times \frac{1}{3} = 100$ 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: יש לענות על שלוש שאלות בלבד; אם תענו על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברתכם, ויש לציין באופן ברור את מספר השאלה שבחרתם ואת הסעיף. בשאלות חישוב יש להציג את הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות, פיתוח מתמטי, הצבת הנתונים, ותוצאה כשבר עשרוני עם מספר מתאים של ספרות משמעותיות ויחידות; את הגרפים יש לסרטט בגודל של חצי עמוד לפחות. בחישובים יש להשתמש בערך 10 m/s^2 לגודל של g - תאוצת הנפילה החופשית.
- השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

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

1. בריק, כל הגלים האלקטרומגנטיים מתפשטים באותה מהירות, ללא תלות בתדירותם.
2. כאשר גל אלקטרומגנטי עובר מאוויר לזכוכית, תדירותו אינה משתנה.
3. כאשר גל אלקטרומגנטי עובר מאוויר לזכוכית, אורך הגל שלו גדל.
4. גלים אלקטרומגנטיים יכולים להתפשט גם בריק.

(6 נקודות)

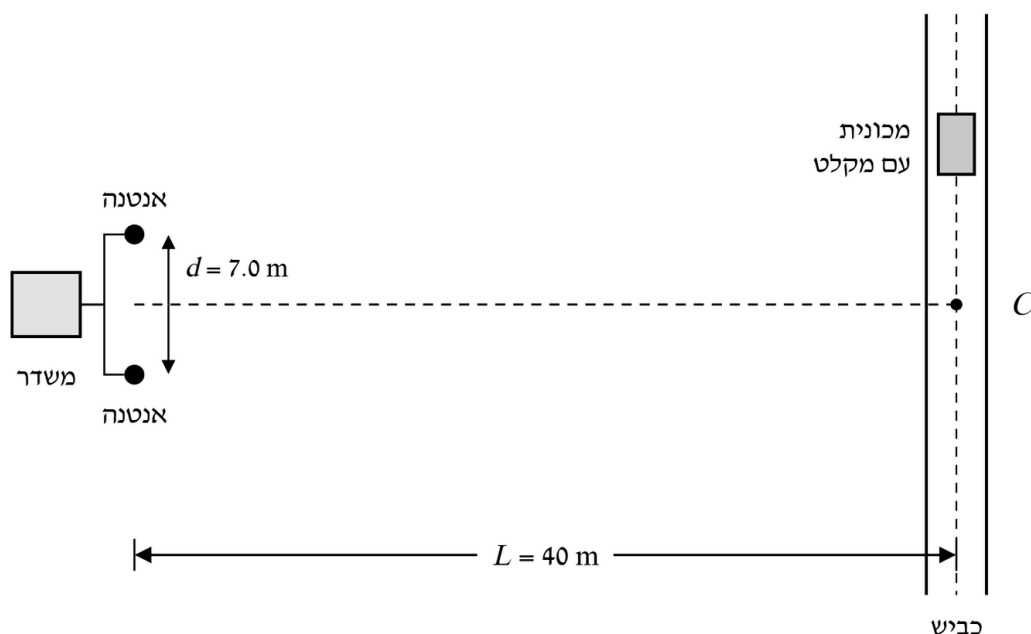
תחנות רדיו בתחום ה-FM משדרות בתדירויות שבין $88 \cdot 10^6 \text{ Hz}$ ובין $108 \cdot 10^6 \text{ Hz}$.

ב. חשבו את אורך הגל המרבי של גלי רדיו בתחום השידור הזה, בריק.

(7 נקודות)

בתרשים שלפניכם (מבט מלמעלה) מתוארת מערכת לבדיקת התאבכות של גלי רדיו. שתי אנטנות זהות מוזנות מאותו משדר באמצעות כבלים שאורכם שווה, ומשדרות גל באורך גל יחיד. המרחק בין האנטנות הוא $d = 7.0 \text{ m}$.

במקביל לקו המחבר את האנטנות, במרחק $L = 40 \text{ m}$ ממנו, עובר כביש ישר ארוך מאוד. במכונית הנוסעת לאורך הכביש מותקן מקלט המציג את עוצמת האות הנקלט. הנקודה C נמצאת על הכביש מול אמצע הקטע שבין האנטנות (ראו תרשים).



המכונית נסעה לאורך הכביש, והנהגת הבחינה בנקודות שבהן עוצמת האות הייתה במקסימום ובנקודות שבהן היא הייתה במינימום.

ג. הסבירו מדוע כאשר המכונית נמצאת בנקודה C , עוצמת האות הנקלט היא במקסימום.

(8 נקודות)

המכונית יצאה מן הנקודה C , ובמרחק של 19.0 m ממנה נקלט לראשונה שוב אות בעוצמה מקסימלית.

ד. חשבו את אורך הגל של הגלים שהאנטנות משדרות. שימו לב: המרחק 19.0 m אינו קטן בהשוואה ל- L .

(8 נקודות)

ה. חשבו את המספר המרבי של הנקודות לאורך הכביש הארוך מאוד שבהן נקלט אות בעוצמה מקסימלית.

($4\frac{1}{3}$ נקודות)

2. בבית חרושת למכשירים אופטיים בודקים סדק מתכוונן - סדק יחיד שאפשר לשנות את רוחבו w באמצעות בורג מדויק. הטכנאית מאירה את הסדק בלייזר ירוק שאורך הגל שלו, λ , אינו ידוע במדויק, ומציבה מסך במקביל ללוחית הסדק ובמרחק L ממנה.

על המסך מתקבלת תבנית עקיפה. הטכנאית מודדת את המרחק D בין שני קווי הצומת (נקודות החושך) מסדר שני - אחד מכל צד של מרכז התבנית.

הטכנאית חוזרת על המדידה כמה פעמים, ובכל פעם היא קובעת רוחב סדק w אחר.

א. בטאו את המרחק D בין שני קווי הצומת מסדר שני כפונקצייה של רוחב הסדק w , מרחק הלוחית מהמסך L ואורך הגל λ .

(6 נקודות)

תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניכם. בטבלה יש גם שורה של "המשתנה החדש" - משתנה המבוסס על רוחב הסדק w , שהתלות בינו לבין D היא לינארית.

0.120	0.080	0.060	0.050	0.040	w (mm)
21.0	32.5	42.0	52.2	63.0	D (mm)
					המשתנה החדש

ב. (1) קבעו את המשתנה החדש ואת היחידות שלו.

(2) העתיקו למחברת את הטבלה והשלימו בה את הערכים של המשתנה החדש ואת היחידות שלו.

(4 נקודות)

ג. (1) סרטטו דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של המרחק D כפונקצייה של המשתנה החדש.

(2) הוסיפו לדיאגרמת הפיזור את הישר המתאים לה ביותר (קו מגמה).

(9 נקודות)

נתון: $L = 1.20 \text{ m}$.

ד. היעזרו בשיפוע הגרף ומצאו את אורך הגל λ של הלייזר.

(9 נקודות)

הטכנאית החליפה את הלוחית שבה הסדק היחיד בלוחית אחרת, שבה שני סדקים צרים מאוד שהמרחק ביניהם d , והשאירה את הלייזר ואת המסך במקומם.

בשתי הלוחיות מתקבל פס האור המרכזי באמצע המסך.

נתון: $d = 2w$, כאשר w הוא רוחב הסדק היחיד שבו השתמשו להשוואה.

ה. קבעו איזה מן ההיגדים 1-3 שלפניכם נכון, ונמקו את קביעתכם.

1. רוחב פס האור המרכזי שמתקבל בסדק היחיד גדול פי 4 מרוחב כל פס אור בתבנית של שני הסדקים.

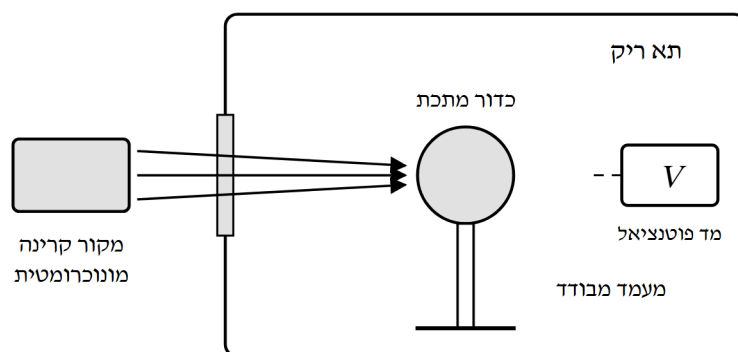
2. רוחב פסי האור המשניים שמתקבלים בסדק היחיד שווה לרוחב פסי האור בתבנית של שני הסדקים.

3. מספר פסי האור (פסי המקסימום) שמתקבלים על המסך הוא זוגי בשתי הלוחיות.

(5^{1/3} נקודות)

3. כאשר קרינה על-סגולה פוגעת במתכת מבודדת, המתכת עשויה לאבד אלקטרונים ולהיטען במטען חיובי.

קבוצה I של תלמידים חקרה את התופעה בעזרת כדור מתכת קטן, בלתי טעון, המוצב על מעמד מבודד בתוך תא ריק (ואקום). התלמידים הקרינו על הכדור, דרך חלון שקוף לקרינה על-סגולה, אלומות קרינה מונוכרומטיות שהתדירויות שלהן ידועות (ראו תרשים). האלומות הוקרנו זו אחר זו, ולפני כל הקרנה הוחזר הכדור למצב בלתי טעון. עבור כל תדירות מדדו התלמידים את הפוטנציאל של הכדור אחרי שהתייצב, באמצעות מד פוטנציאל שאינו נוגע בכדור.



תרשים

תוצאות המדידות של קבוצה I מוצגות בטבלה 1.

טבלה 1: תוצאות המדידות (קבוצה I)

תדירות הקרינה (10^{14} Hz)	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5
פוטנציאל הכדור (V)	0	0	0.05	0.26	0.49	0.67	0.90

א. על פי ערכי טבלה 1, סרטטו גרף של הפוטנציאל של הכדור כפונקציה של תדירות הקרינה הפוגעת בו.

(8 נקודות)

ב. בגרף שסרטטתם, מהי המשמעות הפיזיקלית של נקודת החיתוך של החלק הנטוי של העקומה עם הציר האופקי?

(4 נקודות)

ג. באמצעות הגרף שסרטטתם מצאו את פונקציית העבודה של המתכת שממנה עשוי הכדור. הסבירו את שיקוליכם.

($8\frac{1}{3}$ נקודות)

ד. באחד השלבים של הניסוי, אחרי ההקרנה בתדירות $13.0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, התייצב פוטנציאל הכדור על 0.67 V . בלי לפרוק את הכדור, הקרינו עליו התלמידים אלומה בתדירות $12.0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ (ראו טבלה 1).

(1) הסבירו מדוע הקרינה החדשה משחררת אלקטרונים מפני המתכת, ומדוע בכל זאת אף אחד מהם אינו מתרחק מהכדור.

(2) מה קורה לפוטנציאל הכדור במהלך ההקרנה בתדירות $12.0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$? נמקו. (9 נקודות)

קבוצה II רצתה לאמת את ממצאי קבוצה I. התלמידים בקבוצה זו השתמשו בכדור מתכת אחר, בלתי טעון, במערך זהה, הקרינו עליו אלומות באותן תדירויות, ומדדו עבור כל תדירות את הפוטנציאל שאליו התייצב הכדור. התוצאות מוצגות בטבלה 2.

טבלה 2: תוצאות המדידות (קבוצה II)

תדירות הקרינה (10^{14} Hz)	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5
פוטנציאל הכדור (V)	0	0.04	0.27	0.48	0.68	0.89	1.11

ה. כפי שעולה מטבלה 1 ומטבלה 2, יש הבדלים בין תוצאות המדידות של שתי הקבוצות. התלמידים הציעו כמה הסברים להבדלים אלה.

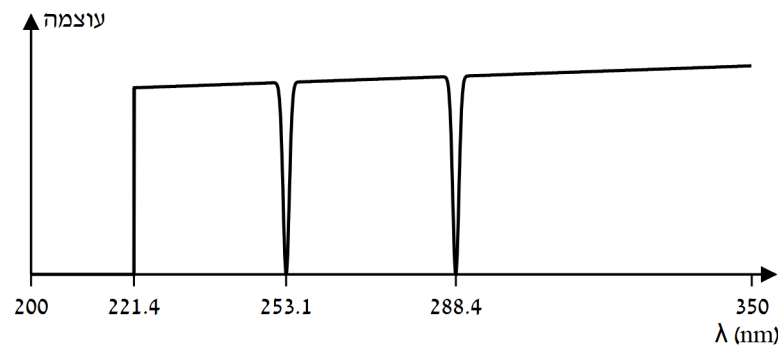
קבעו איזה מן המשפטים (1)–(4) שלפניכם יכול לספק הסבר נכון להבדלים, ונמקו את קביעתכם.

- (1) קבוצה II השתמשה בקרינה שעוצמתה גבוהה מזו שבקבוצה I.
 - (2) קבוצה II הקרינה את הכדור במשך זמן ארוך יותר בכל תדירות.
 - (3) הכדור של קבוצה II עשוי ממתכת אחרת מזו של הכדור של קבוצה I.
 - (4) הכדור של קבוצה II גדול יותר מהכדור של קבוצה I.
- (4 נקודות)

4. צוות מהנדסים שמפתח מנורה חדשה בודק את רמות האנרגייה של אדי מתכת מסוימת. האדים נמצאים בשפופרת סגורה העשויה מקוורץ (שאינו בולע קרינה על-סגולה). הניחו שבתחילת כל ניסוי כל האטומים נמצאים ברמת היסוד.

בניסוי הראשון העבירו דרך השפופרת קרינה על-סגולה בעלת ספקטרום רציף בתחום $200 \text{ nm} \leq \lambda \leq 350 \text{ nm}$, ומדדו בספקטרומטר את עוצמת הקרינה שעברה דרך השפופרת כפונקצייה של אורך הגל (ראו תרשים).

התברר שקרינה בתחום $200 \text{ nm} \leq \lambda \leq 221.4 \text{ nm}$ לא עברה כלל, וכן חסרים בספקטרום שני קווים צרים, באורכי הגל 253.1 nm ו- 288.4 nm .



א. (1) מהו סוג הספקטרום שהתקבל בניסוי הראשון - ספקטרום בליעה או ספקטרום פליטה? נמקו.

(2) הסבירו מדוע כל הקרינה בתחום $200 \text{ nm} \leq \lambda \leq 221.4 \text{ nm}$ לא עברה דרך השפופרת, ואילו בשאר התחום חסרים רק קווים בודדים.
(8 נקודות)

ב. (1) חשבו את אנרגיית היינון של האטום של המתכת.

(2) חשבו את האנרגייה של שתיים מן הרמות המעוררות של האטום.
(7 נקודות)

בניסוי השני העבירו דרך השפופרת אלומת אלקטרונים שהוצאו (מחוץ לשפופרת) במתח 3.5 V . באלומה שיצאה מן השפופרת נמצאו אלקטרונים באנרגיות 0.6 eV , 1.6 eV ו- 3.5 eV בלבד.
ג. חשבו את האנרגייה של שתי הרמות המעוררות שהתגלו בניסוי השני.

(6 נקודות)

ד. על פי התוצאות של שני הניסויים, סרטטו את דיאגרמת רמות האנרגייה של האטום, ובה חמש רמות האנרגייה שמצאתם.

(9 נקודות)

במהלך הניסוי השני מדדו המהנדסים בספקטרומטר גם את הקרינה האלקטרומגנטית שנפלטה מהשפופרת.

הם מצאו בה שני אורכי גל בתחום הנראה ($400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 700 \text{ nm}$).

ה. חשבו את שני אורכי הגל שהתקבלו.

($3\frac{1}{3}$ נקודות)

5. בגללי עשן ביתי נמצא מקור רדיואקטיבי זעיר של אמריציום $^{241}_{95}\text{Am}$, שזמן מחצית החיים שלו הוא 432 שנה. האמריציום מתפרק בפליטת חלקיק α , וגרעין הבת הוא איזוטופ של נפטוניום (Np). החלקיקים הנפלטים מיננים את האוויר בתא קטן בתוך הגללי, ועשן החודר לתא משבש את זרם היונים ומפעיל את האזעקה.

א. כתבו את המשוואה המתארת את ההתפרקות של גרעין אמריציום $^{241}_{95}\text{Am}$.

(7 נקודות)

גללי עשן מסוים הכיל ביום ייצורו $7.5 \cdot 10^{14}$ גרעינים של אמריציום (פחות מאלפית המיליגרם). הגללי היה בשימוש 20 שנה.

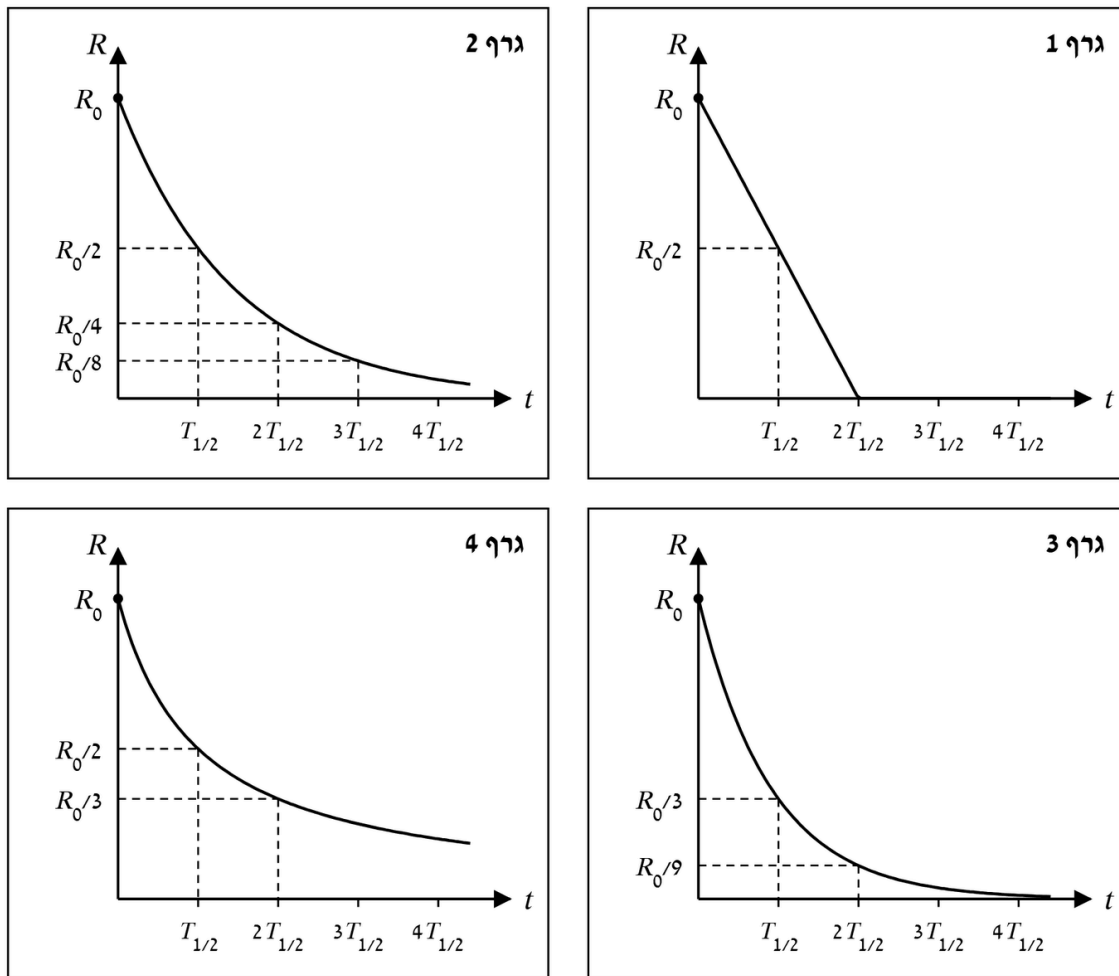
ב. חשבו את הפעילות, R , של האמריציום בגללי ביום ייצורו.

(7 נקודות)

ג. חשבו את מספר גרעיני האמריציום שהתפרקו בגללי במשך 20 השנים.

(8 נקודות)

ד. קבעו איזה מן הגרפים 1-4 שלפניכם מתאר נכון את הפעילות R של מקור האמריציום כפונקצייה של הזמן.



(7 נקודות)

ה. בנוגע לכל אחד מן החלקיקים α , β ו- γ , ציינו את כושר היינון היחסי שלו באוויר: גדול, בינוני או קטן.

($\frac{4}{3}$ נקודות)

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