

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 5
מספר השאלון: 036282
שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

קרינה וחומר - 5 יחידות לימוד

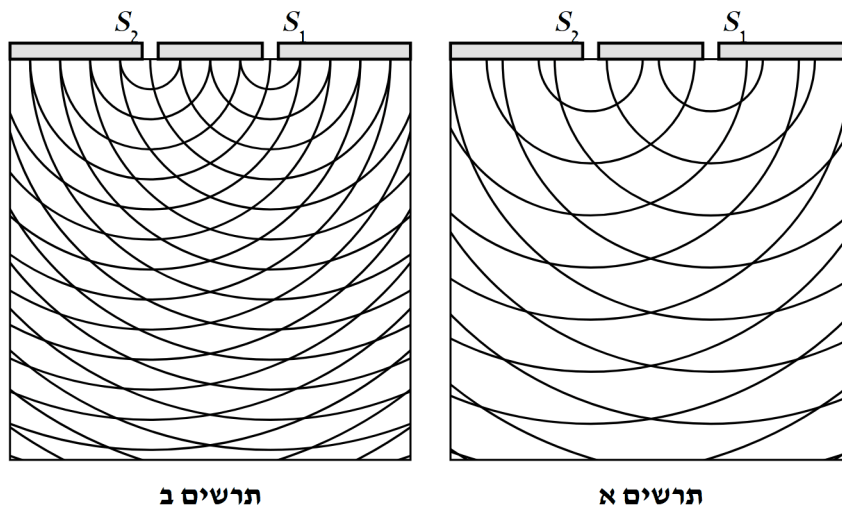
הוראות

- 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!

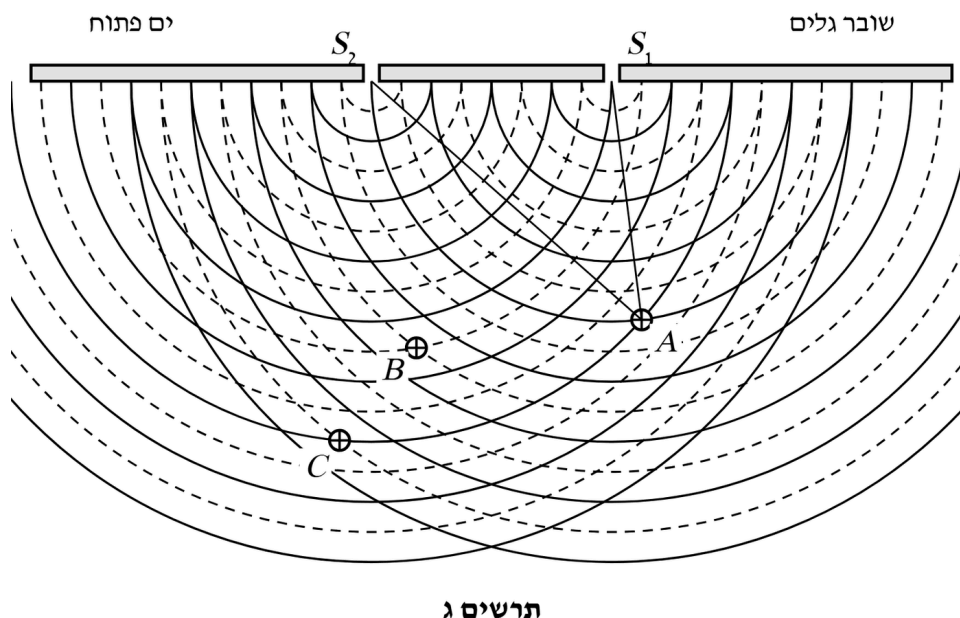
השאלות

1. נמל קטן מוגן מפני גלי הים על ידי שובר גלים ישר, ובו שני פתחים צרים S_1 ו- S_2 . גלי ים ישרים מגיעים מן הים הפתוח בניצב לשובר הגלים ועוברים דרך שני הפתחים. בתוך הנמל כל פתח פועל כמקור נקודתי של גלים מעגליים, ושני המקורות הם שווים מופע ושווי משרעת. עומק המים בנמל אחיד, והמים רדודים: הניחו כי מהירות ההתפשטות של הגלים בנמל תלויה רק בעומק המים. בתרשימים א, ב שלפניכם מתוארים במבט מלמעלה השיאים של הגלים בנמל בשני ימים שונים: ביום הראשון תדירות הגלים היא f_1 (תרשים א), וביום השני תדירות הגלים היא f_2 (תרשים ב). בשני התרשימים המרחק d בין הפתחים זהה.



- א. קבעו על פי תרשים א ותרשים ב אם התדירות f_1 גדולה מן התדירות f_2 , קטנה ממנה או שווה לה. נמקו את קביעתכם. (7 נקודות)

תבנית ההתאבכות שנוצרת בנמל ביום השני מתוארת באופן סכמטי בתרשים ג. השיאים של כל אחד משני הגלים מסומנים בקווים מלאים, והשפלים מסומנים בקווים מקווקוים. שימו לב: תרשים ג אינו בקנה מידה. ענו על הסעיפים ב-ה לפי תרשים ג.



מצוץ A המסומן בתרשים ג נמצא על קו המקסימום מסדר שני ($n = 2$). נתון: $S_1A = 132 \text{ m}$, $S_2A = 172 \text{ m}$.

ב. חשבו את אורך הגל λ של הגלים שבתרשים ג. פרטו את חישוביכם. (7 נקודות)

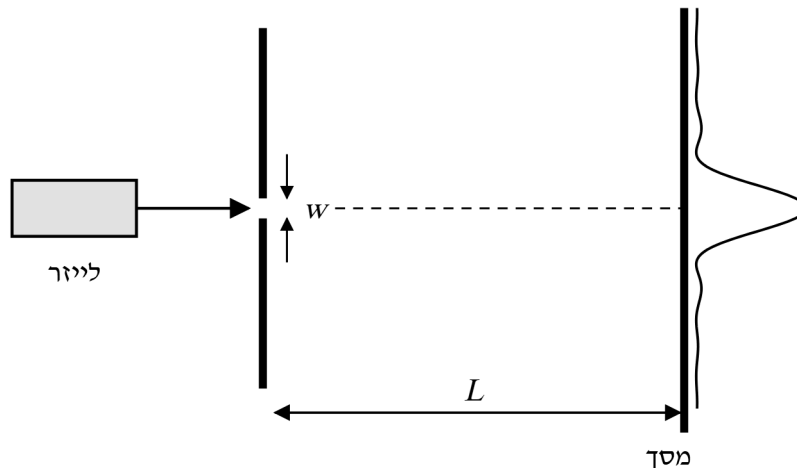
ג. בנוגע לכל אחת מן הנקודות B ו- C שבתרשים ג, קבעו אם נוצרת בה התאבכות בונה, התאבכות הורסת או אם היא נקודת ביניים. נמקו את קביעותיכם. (8 נקודות)

ד. נתון: מהירות ההתפשטות של הגלים בנמל היא $v = 5 \text{ m/s}$. חשבו את התדירות f_2 של הגלים ביום השני. (7 נקודות)

ה. מהנדסי הנמל רוצים שקווי המקסימום בנמל יהיו צפופים יותר: הציעו שינוי במבנה של שובר הגלים שיקטין את רוחב הפס (המרחק בין קו המקסימום מסדר אפס לבין קו המקסימום מסדר ראשון), כאשר תדירות הגלים אינה משתנה. (4 1/3 נקודות)

2.

תלמידים ערכו ניסוי במעבדה באמצעות המערכת המתוארת בתרשים שלפניכם. אלומה של אור לייזר מונוכרומטי פוגעת בלוחית שבה סדק צר יחיד שאפשר לשנות את רוחבו, w . כיוון האור הפוגע ניצב למישור הלוחית. במרחק L מן הלוחית מוצב מסך במקביל ללוחית. על המסך מתקבלת תבנית עקיפה: פס מואר רחב במרכז, ומשני צדיו פסים חשוכים ופסים מוארים חלשים.



התלמידים שינו את רוחב הסדק w , ובכל פעם מדדו את X_1 - המרחק על המסך בין מרכז הפס המואר המרכזי לבין מרכז הפס החשוך הראשון. בטבלה שלפניכם מוצגות תוצאות הניסוי.

0.40	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	w [mm]
3.2	4.4	5.1	6.6	8.5	13.3	X_1 [mm]
						המשתנה החדש

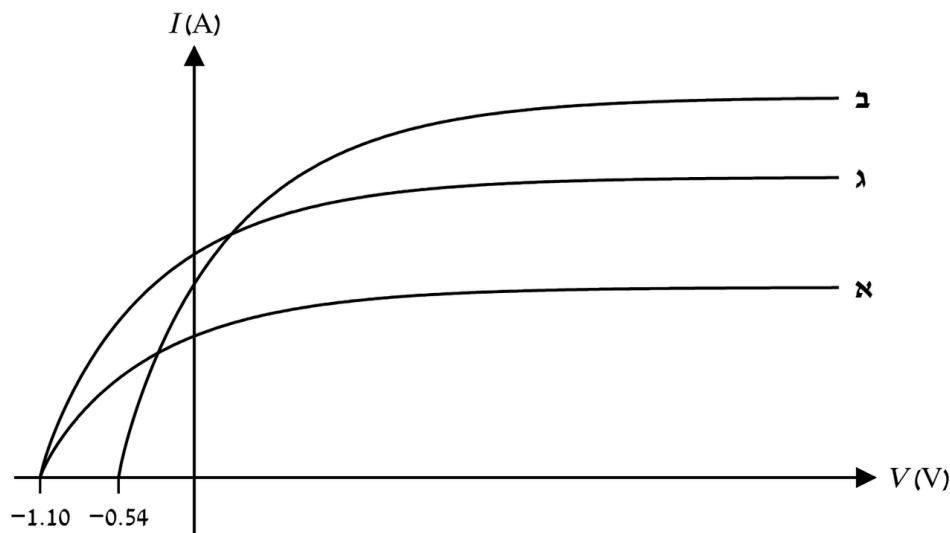
- א. (1) רשמו ביטוי של המרחק X_1 כפונקציה של רוחב הסדק, w .
- (2) החליפו את המשתנה w במשתנה חדש, שהקשר בינו לבין X_1 הוא קשר לינארי. מהו המשתנה החדש?
- (4 נקודות)
- ב. העתיקו את הטבלה למחברתכם, והוסיפו בה את הערכים של המשתנה החדש ואת היחידות המתאימות.
- (4 נקודות)
- ג. סרטטו גרף (דיאגרמת פיזור) של X_1 כפונקציה של המשתנה החדש, והוסיפו בו קו מגמה לינארי.
- ($10\frac{1}{3}$ נקודות)
- נתון: $L = 2.00$ m.
- ד. חשבו את אורך הגל של אור הלייזר באמצעות השיפוע של קו המגמה.
- (7 נקודות)

- ה. (1) העתיקו למחברתכם (בקירוב) את התרשים שבפתיח, וסמנו בו את המרחק בין מרכז הפס המואר המרכזי לבין הפס החשוך מסדר 2 ($n = 2$).
- (2) חשבו את המרחק הזה עבור $w = 0.12 \text{ mm}$, באמצעות נקודה מקו המגמה. (8 נקודות)

3. א. איזה מבין ההיגדים 1-4 שלפניכם מתאר נכון את מה שקורה באפקט הפוטואלקטרי?
1. האור מחמם את המתכת, ואלקטרונים "מתאדים" ממנה כאשר הטמפרטורה גבוהה מספיק.
 2. כל פוטון יכול למסור את כל האנרגייה שלו לאלקטרון אחד, והאלקטרון נעקר מן המתכת אם אנרגיית הפוטון גדולה מפונקציית העבודה.
 3. אור בכל תדירות עוקר אלקטרונים מן המתכת, בתנאי שעוצמתו גדולה מספיק.
 4. המתכת בולעת את האור ופולטת אור בתדירות נמוכה יותר.
- (4 נקודות)

תלמיד ערך את ניסוי "האפקט הפוטואלקטרי" בעזרת תא פוטואלקטרי מסוים ושני מקורות אור מונוכרומטי, שלכל אחד מהם עוצמת אור קבועה: נורית אולטרה-סגולה שאורך הגל שלה 365 nm , ונורית סגולה שאורך הגל שלה 436 nm .

העקומות א-ג בגרף שלפניכם מתארות את עוצמת הזרם I בתא כפונקצייה של המתח V בין האנודה (קולט) לקתודה (פולט), עבור המדידות של התלמיד.



- ב. בנוגע לכל אחת משלוש העקומות א-ג, קבעו את אורך הגל המתאים לה. נמקו את קביעותיכם. (6 נקודות)
- ג. חשבו בעזרת אחת מן העקומות את פונקציית העבודה של הקתודה (הפולט) בתא הפוטואלקטרי. ($6\frac{1}{3}$ נקודות)

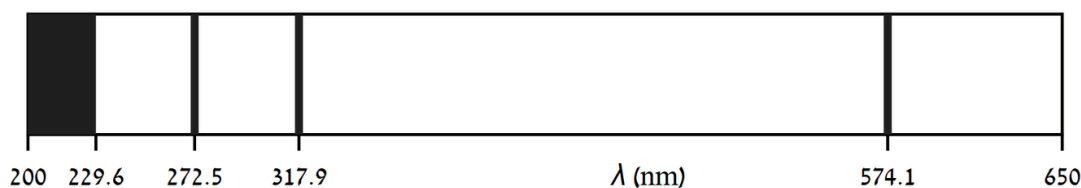
ד. בגרף אפשר לראות כי כאשר המתח הוא $V = 0$ עובר זרם בתא הפוטואלקטרי. הסבירו כיצד עובר זרם גם בהיעדר מתח, ומדוע הוא קטן מזרם הרוויה של אותה עקומה. (6 נקודות)

ה. הסבירו מה עשה התלמיד כדי שיתקבלו שתי עקומות שונות עבור אותו אורך גל. (5 נקודות)

ו. תלמיד אחר טוען: "אם נמשיך להגדיל את המתח, האלקטרונים יגיעו לאנודה מהר יותר, ולכן עוצמת הזרם תמשיך לגדול". הסבירו מדוע הטענה שגויה, כלומר מדוע בכל שלוש העקומות עוצמת הזרם אינה גדלה מעבר למתח מסוים. (6 נקודות)

4. חוקרים ערכו ניסוי למדידת רמות אנרגייה של אטום של יסוד מתכתי. לשם כך הם העבירו קרינה בעלת ספקטרום רציף דרך שפופרת שמכילה אדים דלילים של המתכת. כל האטומים היו ברמת היסוד.

אורכי הגל של הקרינה שהעבירו היו בתחום $200 \text{ nm} - 650 \text{ nm}$. באמצעות ספקטרומטר קיבלו החוקרים את ספקטרום הבליעה המוצג בתרשים שלפניכם.



ספקטרום הבליעה כולל רצף כהה בתחום $200 \text{ nm} - 229.6 \text{ nm}$ וכן שלושה קווים ספקטראליים כהים בדידים, המתאימים לאורכי הגל 574.1 nm , 317.9 nm , 272.5 nm .

א. הסבירו מדוע בתחום $229.6 \text{ nm} - 650 \text{ nm}$ האדים בולעים רק אורכי גל מסוימים, ולא את כל אורכי הגל. (6 נקודות)

ב. חשבו את אנרגיית היינון של האטומים. (6 נקודות)

ג. סרטטו במחברתכם דיאגרמה של ארבע רמות האנרגייה של האטום שהתקבלו בניסוי, וחשבו את האנרגייה של כל אחת מן הרמות. פרטו את חישוביכם. (8 נקודות)

ד. חשבו את המהירות המרבית של האלקטרונים שהשתחררו מן האטומים בניסוי זה. (6 נקודות)

החוקרים חישובו גם את ספקטרום הפליטה של האטומים עבור רמות האנרגיה שהתקבלו בניסוי.
ה. (1) הוסיפו לדיאגרמה שסרטטתם בסעיף ג חיצים שמייצגים את כל הקווים הספקטרליים של ספקטרום הפליטה.

(2) חשבו את האנרגיה של הפוטונים שנפלטו, שאורכי הגל שלהם בתחום האור הנראה ($400 \text{ nm} - 700 \text{ nm}$).

(7/3 נקודות)

5. האיזוטופ יוד-131 משמש לטיפול במחלות של בלוטת התריס. הוא מתפרק בהתפרקות β^- .

א. בהתפרקות β^- המספר האטומי של הגרעין גדל ב-1, מספר המסה שלו אינו משתנה, ונפלט מן הגרעין אלקטרון - אף שאין בגרעין אלקטרונים. הסבירו מה מתרחש בגרעין, וכיצד נוצר האלקטרון.

(5 נקודות)

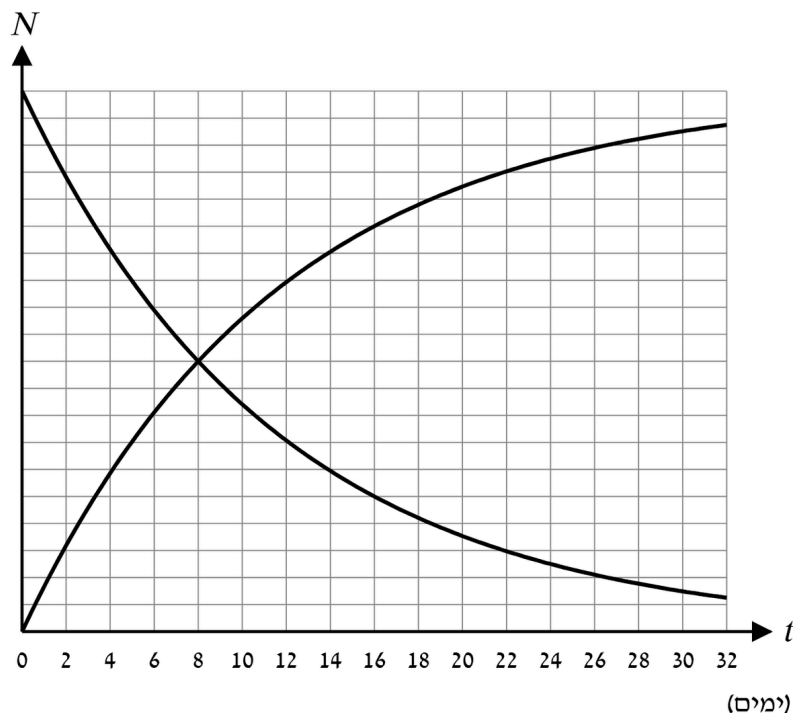
בהתפרקות β^- של $^{131}_{53}\text{I}$ (יוד) נוצר איזוטופ של היסוד קסנון, Xe.

ב. כתבו את המשוואה של התפרקות היוד לקסנון.

(5 נקודות)

הגרפים שלפניכם מציגים, כפונקציה של הזמן, את מספר גרעיני היוד שטרם התפרקו ואת מספר גרעיני הקסנון שנוצרו. הציר האנכי מייצג את מספר הגרעינים, N ; הערכים המספריים שלו אינם נתונים. בזמן $t = 0$ היה בדגימה יוד בלבד.

נתון: בזמן $t = 0$ הייתה פעילות היוד $R_0 = 3.7 \cdot 10^9 \text{ Bq}$.



ג. קבעו את זמן מחצית החיים של יוד-131. נמקו את קביעתכם.

(5 נקודות)

ד. חשבו את מספר גרעיני היוד שטרם התפרקו כעבור 20 ימים מתחילת המדידה.
(8 נקודות)

ה. נתון: קסנון-131 הוא איזוטופ יציב.
חשבו את מספר גרעיני הקסנון בדגימה בזמן $t = 24$ ימים.
(6 נקודות)

ו. לאחר ההתפרקות, גרעין הקסנון שנוצר פולט לעתים קרובות פוטון γ שאנרגייתו 0.364 MeV . הסבירו מהו מקור הפוטון, וקבעו אם פליטתו משנה את המספר האטומי או את מספר המסה של גרעין הקסנון.
($4\frac{1}{3}$ נקודות)

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