

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 6
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!

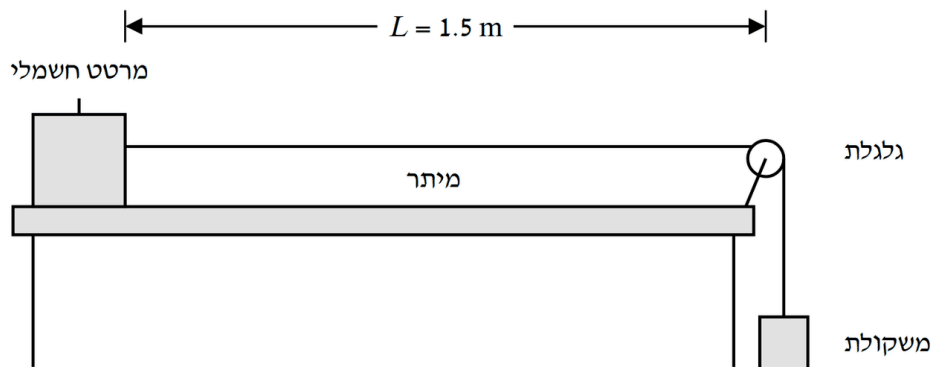
השאלות

1. גלים עומדים נוצרים לא רק בכלי נגינה אלא גם בחבל ארוך ומתוח.

שני תלמידים מחזיקים בשני קצותיו של חבל ארוך ומתוח, וכל אחד מהם מניע את הקצה שלו מעלה ומטה באופן מחזורי. כך משוגרים לאורך החבל 2 גלים מחזוריים, אחד מכל קצה.

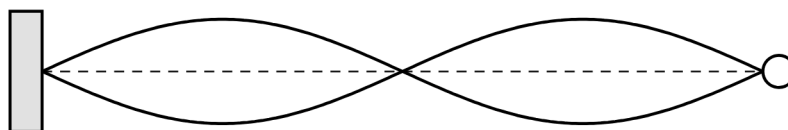
א. פרטו מה צריך להתקיים בתנועות הידיים של שני התלמידים כדי שיווצר גל עומד בחבל. (6 נקודות)

להדגמת גלים עומדים הורכב במעבדה סונומטר: קצה אחד של מיתר חובר למרטט חשמלי (מחולל תנודות), המיתר עובר מעל גלגלת שבקצה השולחן, ובקצהו השני תלויה משקולת שמותחת אותו במתיחות קבועה (ראו תרשים א). אורך המיתר בין המרטט לבין הגלגלת הוא $L = 1.5 \text{ m}$. הניחו שבשני קצות קטע זה (במרטט ועל הגלגלת) נוצרים צמתים.



תרשים א

כאשר תדירות המרטט הייתה 40 Hz , נצפה במיתר גל עומד כמתואר בתרשים ב.

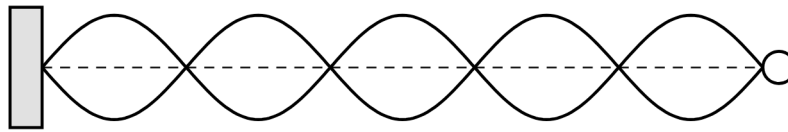


תרשים ב

ב. חשבו את מהירות התפשטות הגל במיתר.

(6 נקודות)

הגדילו את תדירות המרטט עד למצב שבו נצפה במיתר גל עומד כמתואר בתרשים ג. המשקולת לא הוחלפה.



תרשים ג

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

(5 נקודות)

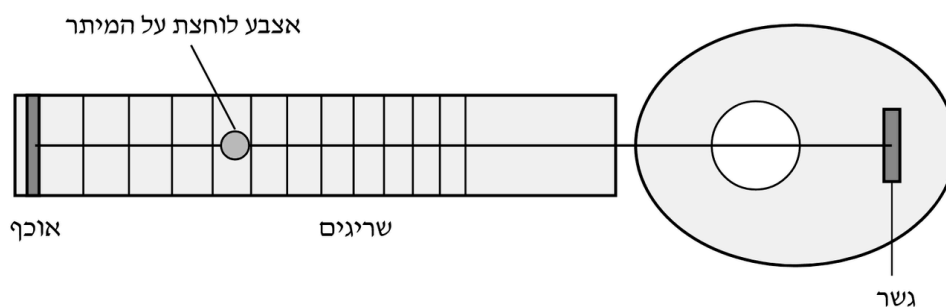
ד. חשבו את תדירות המרטט שיצרה את הגל העומד המתואר בתרשים ג.

(6 נקודות)

ה. קבעו אם כאשר ישנו את תדירות המרטט ל- 60 Hz , ייוצר גל עומד במיתר. נמקו את קביעתכם.

(6 נקודות)

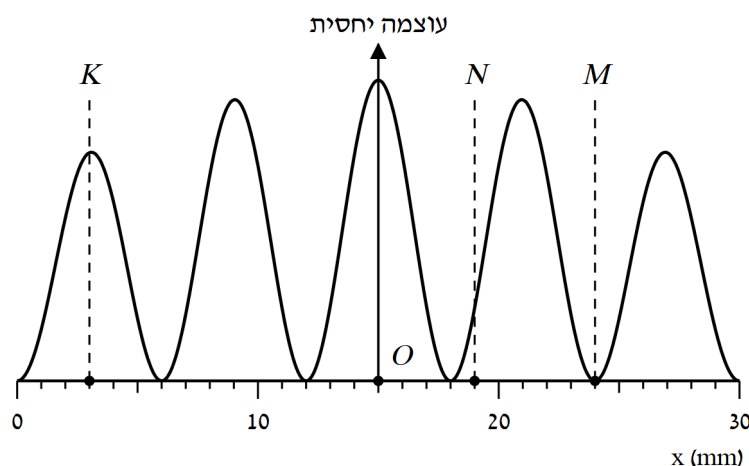
בגיטרה הנגן לוחץ באצבעו על מיתר ומצמיד אותו לצוואר הגיטרה ליד אחד השריגים (פסי מתכת לרוחב הצוואר). כאשר הנגן פורט על המיתר, רק החלק של המיתר שבין האצבע לבין הגשר רוטט, ונוצר בו גל עומד המפיק צליל. ככל שהתדירות גבוהה יותר, הצליל גבוה יותר. הניחו שהלחיצה אינה משנה את מתיחות המיתר.



ו. הנגן רוצה להפיק מאותו המיתר צליל גבוה יותר. קבעו אם עליו להזיז את האצבע לכיוון הגשר או לכיוון האוכף. נמקו את קביעתכם.

($4\frac{1}{3}$ נקודות)

2. במעבדה מכוונים אלומה של אור לייזר מונוכרומטי בניצב ללוחית שיש בה שני חריצים צרים ומקבילים. המרחק בין החריצים $d = 0.25 \text{ mm}$, והחריצים צרים מאוד ביחס למרחק ביניהם. תבנית ההתאבכות מתקבלת על מסך המקביל ללוחית, במרחק $L = 2.5 \text{ m}$ ממנה. כדי למדוד את התבנית, הזיזו לאורך המסך, בניצב לפסים, חיישן אור קטן. המחשב סרטט את עוצמת ההארה היחסית כפונקצייה של מקום החיישן, x , הנמדד בסרגל שבו המרחק בין שנתות סמוכות 1 mm (ראו תרשים). הנקודה O היא מרכז תבנית ההתאבכות, והנקודות M , K ו- N מסומנות על המסך.



א. מצאו את רוחב פס האור מסדר ראשון.

(5 נקודות)

ב. חשבו את אורך הגל של אור הלייזר.

(5 נקודות)

ג. עבור כל אחת מן הנקודות בתת-הסעיפים (1)–(4) שלפניכם, קבעו אם מתרחשת בה התאבכות בונה, התאבכות הורסת, או שהיא נקודת ביניים. הסבירו את תשובותיכם באמצעות המרחקים של הנקודה משני החריצים.

(1) הנקודה O

(2) הנקודה K

(3) הנקודה M

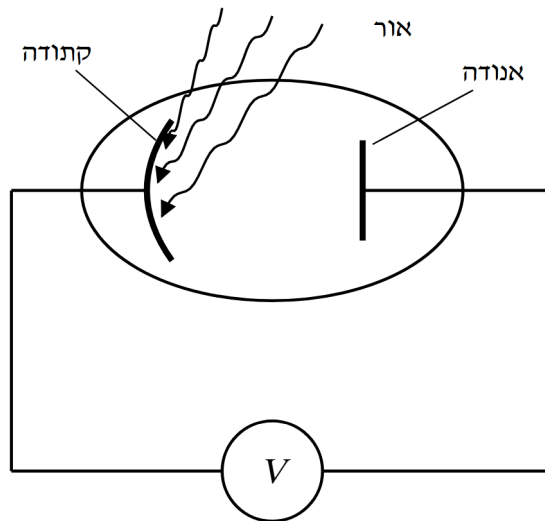
(4) הנקודה N

(20 נקודות)

ד. מחליפים את הלוחית בלוחית שבה המרחק בין שני החריצים קטן יותר, ושאר תנאי הניסוי אינם משתנים. ציינו הבדל אחד בין תבנית ההתאבכות שתקבל ובין התבנית שבתרשים.

(3⅓ נקודות)

3. במעבדת מחקר בודקים תא פוטואלקטרי שהקתודה שלו עשויה ממתכת שפונקציית העבודה שלה היא B . התא אינו מחובר למקור מתח: הקתודה והאנודה מחוברות רק למד מתח V שהתנגדותו גדולה מאוד, כך שכמעט אין זרם במד המתח (ראו תרשים).



- מאירים את הקתודה באור של מנורת כספית דרך מסננים. כל מסנן מעביר קו ספקטרי אחד שאורך הגל שלו λ רשום על המסנן (חלק מן הקווים בתחום העל-סגול). כאשר מאירים את הקתודה, אלקטרונים הנפלטים ממנה מגיעים אל האנודה, והאנודה נטענת במטען שלילי. ההוראה של מד המתח גדלה, ולאחר זמן קצר היא מתייצבת. בכל מדידה רשמו החוקרים את המתח המתייצב V .
- א. בלי להסתמך על המדידות, הסבירו מדוע המתח בין הקתודה לאנודה מפסיק לגדול, ופתחו ביטוי של המתח המתייצב, V , כפונקצייה של אורך הגל, λ .
- (8 נקודות)

תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניכם (שימו לב ליחידות בראש העמודות).

אורך הגל λ (nm)	המתח המתייצב (V)	$1/\lambda$ (1/m)
254	2.11	$3.94 \cdot 10^6$
297	1.36	$3.37 \cdot 10^6$
313	1.17	$3.19 \cdot 10^6$
365	0.58	$2.74 \cdot 10^6$
405	0.28	$2.47 \cdot 10^6$

- כדי לסרטט גרף ליניארי של תוצאות הניסוי, החוקרים הגדירו משתנה חדש, $1/\lambda$, ורשמו את ערכיו בעמודה הנוספת בטבלה.

- ב. סרטטו דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של המתח המתייצב V כפונקצייה של המשתנה $1/\lambda$, והוסיפו את הישר המתאים לו ביותר (קו המגמה).
- (8 נקודות)

ג. חשבו את קבוע פלאנק על פי שיפוע הגרף שסרטטתם.

(6 נקודות)

ד. (1) מהי המשמעות הפיזיקלית של נקודת החיתוך בין קו המגמה לבין ציר המתח V ?

(2) חשבו או מצאו על פי הגרף את ערכה של נקודה זו.

(7 נקודות)

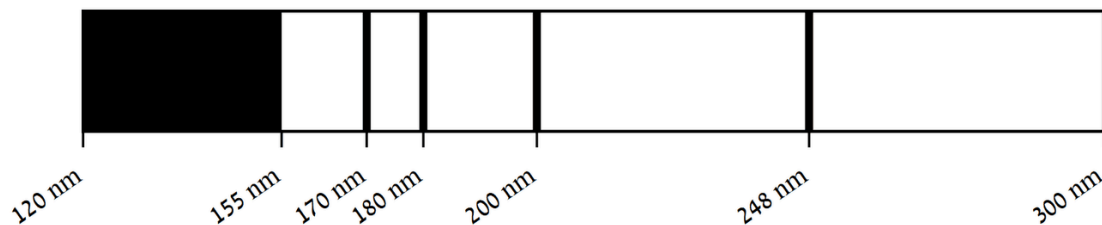
ה. חשבו את אורך הגל המרבי λ_0 של אור שעבורו ייפלטו אלקטרונים מן הקתודה במערכת זו.

(4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

4. אסטרונומית חוקרת ענן גז קר בחלל. אור של כוכב חם, שיש בו קרינה על-סגולה בתחום רציף של

אורכי גל $120 \text{ nm} \leq \lambda \leq 300 \text{ nm}$, עובר דרך הענן. הענן מכיל גז דליל של אטומים בלתי

מעוררים של יסוד מסוים. תרשים 1 מתאר את ספקטרום הבליעה שהתקבל בתחום זה.



תרשים 1

בספקטרום יש תחום רציף של אורכי גל, $120 \text{ nm} < \lambda < 155 \text{ nm}$, שנבלע לגמרי, ועוד ארבעה

קווים שחורים באורכי הגל האלה: 248 nm , 200 nm , 180 nm , 170 nm .

א. הסבירו את המשמעות הפיזיקלית של התחום הרציף בספקטרום הבליעה (אורכי הגל

$120 \text{ nm} < \lambda < 155 \text{ nm}$).

(6 נקודות)

ב. העתיקו את תרשימים 2-3 למחברתכם, והשלימו את רמות האנרגייה עבור אטום זה בשני התרשימים.

שימו לב - ההבדל בין שני התרשימים הוא בבחירת רמת האפס של האנרגייה.

רמת יינון $E_\infty = 0$ _____

$E_5 = ?$ _____ $n = 5$

$E_4 = ?$ _____ $n = 4$

$E_3 = ?$ _____ $n = 3$

$E_2 = ?$ _____ $n = 2$

רמת יינון $E_\infty = ?$ _____

$E_5 = ?$ _____ $n = 5$

$E_4 = ?$ _____ $n = 4$

$E_3 = ?$ _____ $n = 3$

$E_2 = ?$ _____ $n = 2$

$E_1 = ?$ _____ $n = 1$

תרשים 3

$E_1 = 0$ _____ $n = 1$

תרשים 2

(10 נקודות)

ג. האטומים שעוררו פולטים אור. התייחסו לספקטרום הפליטה מרמה $n = 5$ ומטה, ומצאו את אורכי הגל (אחד או יותר) של האור בתחום הנראה ($400 \text{ nm} - 700 \text{ nm}$) שנפלט מן הענן.

(9 נקודות)

ד. חשבו את האנרגייה הקינטית של האלקטרון המהיר ביותר שהשתחרר מאטום בענן.

($8\frac{1}{3}$ נקודות)

5. גרעינים רדיואקטיביים יכולים לפלוט חלקיקי α , β^- , β^+ וקרינת γ .

א. בגרעין אין אלקטרונים ואין פוזיטרונים, ובכל זאת יש גרעינים שפולטים חלקיקי β^- ויש גרעינים שפולטים חלקיקי β^+ . כתבו משוואה של התהליך המתרחש בתוך הגרעין בכל אחד משני סוגי ההתפרקות, וקבעו כיצד משתנים בכל אחד מהם המספר האטומי Z ומספר המסה A של הגרעין.

(6 נקודות)

גרעין של פולוניום, ${}_{84}^y\text{Po}$, מתפרק לגרעין של עופרת, ${}_{x}^{214}\text{Pb}$. גרעין העופרת מתפרק לגרעין של ביסמוט, ${}_{83}^{214}\text{Bi}$.

בכל התפרקות נפלט חלקיק α או חלקיק β .

ב. רשמו את המשוואות של שתי ההתפרקויות, $(\text{Po} \rightarrow \text{Pb})$ ו- $(\text{Pb} \rightarrow \text{Bi})$, וחשבו את x , המספר האטומי של Pb, ואת y , מספר המסה של Po.

(8 נקודות)

ברגע $t_0 = 0$ יש בדגימה של חומר רדיואקטיבי N_0 גרעינים. ברגע מסוים, t_1 , מספר הגרעינים שכבר התפרקו גדול פי 7 ממספר הגרעינים שעדיין לא התפרקו.

ג. בטאו את t_1 באמצעות זמן מחצית החיים $T_{1/2}$. פרטו את שיקוליכם.

(8 נקודות)

"משפחה רדיואקטיבית" היא סדרת התפרקויות שמתחילה בגרעין אחד ("ראש המשפחה"). ראש אחת המשפחות הוא תוריום ${}_{90}^{232}\text{Th}$, ובסדרה זו נוצר גם רדיום ${}_{88}^{228}\text{Ra}$.

זמן מחצית החיים של רדיום 228 הוא 5.75 שנים, וזמן מחצית החיים של תוריום 232 הוא $1.4 \cdot 10^{10}$ שנים. גיל כדור הארץ הוא כ- $4.5 \cdot 10^9$ שנים.

ד. הוכיחו כי רדיום 228 שהיה קיים בזמן היווצרות כדור הארץ כבר אינו קיים היום.

(6 נקודות)

ה. קבעו אם היום קיים בטבע רדיום 228. נמקו.

($5\frac{1}{3}$ נקודות)

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