

סוג הבחינה: בגרות

מועד הבחינה: קיץ תשפ"א

מספר השאלון: 036282

שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

קרינה וחומר – 5 יחידות לימוד

הוראות

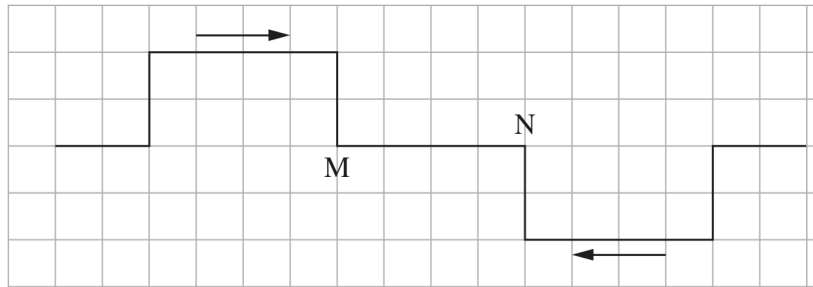
- א. משך הבחינה: שעהיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד. לכל שאלה – $\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times \frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות. (2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).
- ד. הוראות מיוחדות: ענה על שלוש שאלות בלבד; אם תענה על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברתך, וציין באופן ברור את מספר השאלה והסעיף שבחרת. בשאלות חישוב יש להציג את הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות, פיתוח מתמטי, הצבה מפורשת של הנתונים, ותוצאה כשבר עשרוני עם מספר סביר של ספרות משמעותיות ויחידות מדידה; בשאלות מילוליות יש לענות בקצרה. בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).
- השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

1. שני פולסים נעים זה לקראת זה בחבל אלסטי מתוח. גודל מהירות ההתקדמות של כל פולס הוא $v = 2 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$.

בתרשים 1 שלפניך מתואר בקירוב מצב החבל ברגע $t = 0$. הנח כי אורך הצלע של כל משבצת הוא 1 cm.



תרשים 1

א. לפניך שלושה זמנים (1)-(3).

$$t_1 = 1 \text{ s} \quad (1)$$

$$t_2 = 2 \text{ s} \quad (2)$$

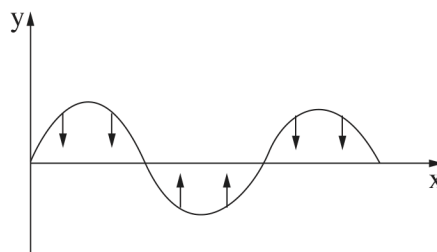
$$t_3 = 3 \text{ s} \quad (3)$$

סרטט במחברתך את מצב החבל בכל אחד מן הזמנים – לכל זמן סרטט תרשים נפרד. הקפד על קנה מידה שבו כל משבצת בתרשים 1 תיוצג על ידי משבצת במחברתך. (6 נקודות)

ב. קבע אם בקטע החבל MN המתואר בתרשים 1, קיימת נקודה שלא עולה ולא יורדת במשך הזמן $0 \leq t \leq 3 \text{ s}$.

אם לא קיימת – הסבר מדוע, אם כן – ציין את המרחק של נקודה זו מן הנקודה M . (4 נקודות)

נתון חבל אלסטי מתוח שבו קיים גל. תרשים 2 שלפניך מתאר את ההעתק האנכי של כל נקודה בחבל כפונקציה של המקום x ברגע נתון.



תרשים 2

ג. הסבר מדוע הגל שמתואר בתרשים 2 הוא גל עומד. (5 נקודות)

במקרה אחר, מיתר שאורכו 0.9 m מתוח בין שתי נקודות, B ו- C . בנקודה B המיתר מחובר לקיר ואילו בנקודה C ממוקם מחולל גלים (מתנד). גם נקודה C היא "קצה קשור" (נקודת צומת).

מהירות ההתפשטות של גל רוחב במיתר הזה היא $v = 27 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. שינו בהדרגה את התדירות f של המחולל מ- 0 עד 70 הרץ. ד. חשב את ערכי התדירויות f שעבורן נוצר גל עומד במיתר. (7 נקודות)

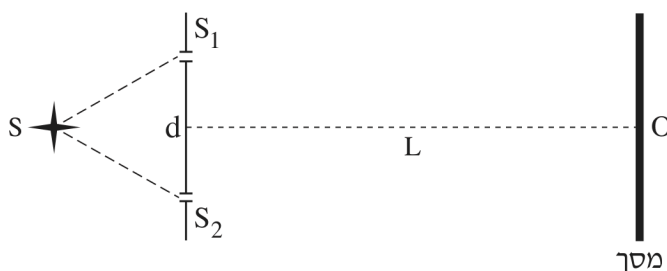
ה. ענה על התת-סעיפים (1)-(2) עבור התדירות הגבוהה ביותר שחישבת בסעיף ד.

(1) סרטט באופן איכותי את המיתר BC .

(2) כמה נקודות צומת יש בגל העומד (כולל הקצוות B ו- C)? (6 נקודות)

ו. עבור התדירות הנמוכה ביותר שחישבת בסעיף ד, חשב את פרק הזמן Δt הקצר ביותר שבמהלכו נקודה עברה משיא הגובה לשיא השפל. ($5\frac{1}{3}$ נקודות)

2. אור מונוכרומטי, שאורך הגל שלו λ_1 , נפלט ממקור אור נקודתי S ופוגע בלוחית שבה שני סדקים צרים מאוד, S_1 ו- S_2 . המרחק בין הסדקים הוא $d = 0.4\text{ mm}$. במרחק $L = 3.4\text{ m}$ ממישור הסדקים ובמקביל לו, נמצא מסך שעליו מתקבלת תבנית התאבכות. נקודה O נמצאת על המסך, על האנך האמצעי לקטע המחבר את שני הסדקים (ראה תרשים 1).



תרשים 1

המינימום הראשון מתקבל על המסך במרחק 2.55 mm מאמצע המקסימום המרכזי.

א. חשב את אורך הגל λ_1 של האור. (8 נקודות)

מאירים את מערכת הסדקים המתוארת בתרשים 1 באור מונוכרומטי אחר, שאורך הגל שלו הוא λ_2 .

מיקום המינימום מסדר שלישי מתלכד עם מיקום המקסימום מסדר שני שהתקבל באור שאורך הגל שלו הוא λ_1 .

ב. חשב את אורך הגל λ_2 .

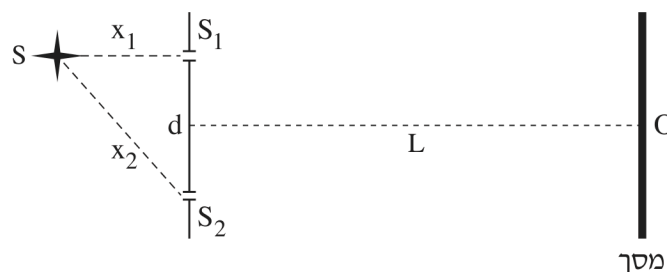
(8 נקודות)

מחליפים את הלוחית שבה שני הסדקים בלוחית שבה סדק יחיד שרוחבו $w = 0.2 \text{ mm}$, ומאירים אותה באור שאורך הגל שלו הוא λ_1 .

ג. חשב את רוחב הפס של המקסימום המרכזי שמתקבל על המסך.

(6 נקודות)

מחזירים את הלוחית שבה שני הסדקים ומשנים את מיקום מקור האור שאורך הגל שלו הוא λ_1 , כמתואר בתרשים 2.



תרשים 2

x_1 הוא המרחק בין S_1 לבין S , x_2 הוא המרחק בין S_2 לבין S .

ד. קבע אם המקסימום המרכזי נמצא בנקודה O , מעליה או מתחתיה. נמק את קביעתך.

(6 נקודות)

ה. חשב מהו ההפרש בין x_2 לבין x_1 אם בנקודה O התקבל מינימום שני.

($5\frac{1}{3}$ נקודות)

3. תלמידים ערכו ניסוי של חקר האפקט הפוטואלקטרי. לשם כך הם השתמשו בתא פוטואלקטרי שהקתודה שלו עשויה צסיום, Cs.

התלמידים האירו את הקתודה בחמישה אורכי גל ממקורות אור מונוכרומטיים שונים בתחום $350 \text{ nm} < \lambda < 700 \text{ nm}$.

הם מדדו את מתח העצירה, $V_{\text{עצירה}}$, עבור כל אורך גל λ .

בטבלה שלפניך מוצגים אורכי הגל λ וערכי מתח העצירה $V_{\text{עצירה}}$ שנמדדו.

$\lambda \text{ (nm)}$	350	400	450	496	534
$V_{\text{עצירה}} \text{ (V)}$	1.45	1.10	0.70	0.40	0.20

א. העתק את הטבלה למחברתך, והוסף לה שורה שבה תרשום את התדירויות, f , המתאימות לאורכי הגל λ שבניסוי.

(4 נקודות)

ב. בטא את מתח העצירה, $V_{\text{עצירה}}$, כפונקציה של התדירות f .

(6 נקודות)

ג. (1) סרטט דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת הצירים) של מתח העצירה, $V_{\text{עצירה}}$, כפונקציה של התדירות f .

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

(8 נקודות)

ד. היעזר בגרף וחשב את קבוע פלנק, h .

(6 נקודות)

ה. קבע או חשב את B , פונקציית העבודה (אנרגיית הקשר) של הקתודה. פרט את שיקוליך.

(4 נקודות)

עבור אורך הגל $\lambda = 450 \text{ nm}$ התלמידים שינו את המתח על התא הפוטואלקטרי – ממתח

העצירה $V_{\text{עצירה}} = 0.7 \text{ V}$ למתח של 0.5 V .

ו. קבע אם האנרגייה הקינטית המקסימלית שבה נפלטו האלקטרונים מהקתודה קטנה, גדלה או לא השתנתה. נמק את קביעתך.

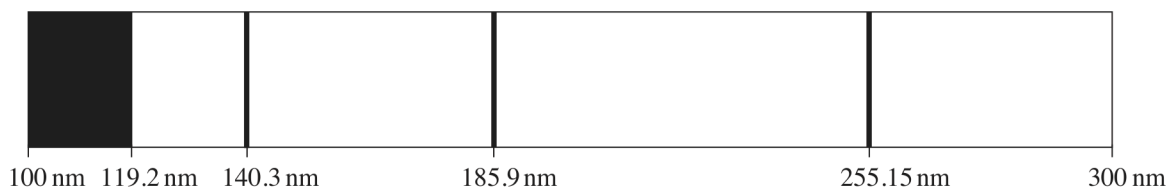
($5\frac{1}{3}$ נקודות)

4. חוקרים ערכו ניסוי למדידת רמות אנרגייה של אטום כספית. לשם כך הם הקרינו קרינה על-סגולה

דרך שפופרת המכילה גז דליל של אטומי כספית. כל אטומי הכספית היו ברמת היסוד.

אורכי הגל של הקרינה העל-סגולה שהקרינו היו בתחום $100 \text{ nm} - 300 \text{ nm}$.

באמצעות ספקטרומטר קיבלו החוקרים את ספקטרום הבליעה של אטומי הכספית המוצג בתרשים שלפניך.



ספקטרום הבליעה כולל רצף כהה בתחום $100 \text{ nm} - 119.2 \text{ nm}$ וכן שלושה קווים ספקטרליים

כהים בדידים, המתאימים לאורכי הגל 255.15 nm , 185.9 nm , 140.3 nm .

א. הסבר מדוע בספקטרום הבליעה תמיד מתקבלים קווים כהים.

(6 נקודות)

ב. חשב את אנרגיית היינון של אטומי הכספית.

(6 נקודות)

ג. סרטט במחברתך דיאגרמה של ארבע רמות האנרגיה של אטום הכספית שהתקבלו בניסוי, וחשב את האנרגיה של כל אחת מן הרמות. פרט את חישוביך. (8 נקודות)

ד. חשב את המהירות המרבית של האלקטרונים שהשתחררו מאטומי הכספית בניסוי זה. (6 נקודות)

החוקרים חישובו גם את ספקטרום הפליטה של אטומי הכספית עבור רמות האנרגיה שהתקבלו בניסוי.

ה. (1) הוסף לדיאגרמה שסרטטת בסעיף ג חיצים שמייצגים את כל הקווים הספקטראליים של ספקטרום הפליטה.

(2) חשב את האנרגיה של הפוטונים שנפלטו, שאורכי הגל שלהם בתחום האור הנראה (400 nm - 700 nm). (7 1/3 נקודות)

5. בתהליכים גרעיניים שונים יכולים להיפלט מן הגרעינים הרדיואקטיביים חלקיקי α , β^- , β^+ ו- γ .

א. כידוע, חלקיקי β^- ו- β^+ אינם ממרכיבי הגרעין. כתוב משוואה המתארת את היווצרות חלקיק β^- ומשוואה המתארת את היווצרות חלקיק β^+ . (6 נקודות)

גרעין של ביסמוט, ${}_{83}^{206}\text{Bi}$, מתפרק לגרעין של תליום, ${}_{x}^{206}\text{Tl}$. גרעין התליום מתפרק לגרעין עופרת, ${}_{82}^{206}\text{Pb}$.

בכל התפרקות נפלט חלקיק α או חלקיק β .

ב. רשום את המשוואות של שתי ההתפרקות: $(\text{Bi} \rightarrow \text{Tl})$ ו- $(\text{Tl} \rightarrow \text{Pb})$ וחשב את x , המספר האטומי (Z) של Tl, ואת y , מספר המסה (A) של Bi. (8 נקודות)

ברגע $t_0 = 0$ יש לחומר רדיואקטיבי נתון N_0 גרעינים. ברגע מסוים, t_1 , מספר הגרעינים שעדיין לא התפרקו שווה ל- $\frac{N_0}{16}$.

ג. בטא את הזמן t_1 באמצעות זמן מחצית חיים, $T_{1/2}$. פרט את שיקוליך. (8 נקודות)

התפרקויות רדיואקטיביות מתרחשות בסדרות הנקראות "משפחות רדיואקטיביות". אחת המשפחות היא משפחת $^{238}_{92}\text{U}$. "ראש המשפחה" הוא אורניום 238, ובסדרה זו נוצר גם גרעין אורניום $^{234}_{92}\text{U}$.

זמן מחצית החיים של אורניום 234 הוא $2.48 \cdot 10^5$ שנים, וזמן מחצית החיים של אורניום 238 שווה לגיל כדור הארץ: $4.5 \cdot 10^9$ שנים.

ד. הוכח כי אורניום 234 שנוצר בזמן ההיווצרות של כדור הארץ כבר לא קיים היום.

(6 נקודות)

ה. קבע אם היום קיים בטבע אורניום 234. נמק את קביעתך.

($5\frac{1}{3}$ נקודות)

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