

פיזיקה קרינה וחומר הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שתיים.

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 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. ציין באופן ברור את מספר השאלה והסעיף שבחרת.
 - בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, הצג את השלבים האלה:
רישום הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות והנתונים המצורפים, פיתוח מתמטי ושינוי נושא נוסחה בהתאם לבעיה, הצגה מפורשת של הנתונים בביטוי שהתקבל, הצגת תוצאות החישוב באמצעות שבר עשרוני ובו מספר סביר של ספרות משמעותיות ויחידות המדידה המתאימות.
 - בשאלות שהתשובה עליהן מילולית, עליך לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנשאלת.
 - בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.
 - כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים מתוך הטבלה שבדפי הנוסחאות והנתונים או בגודל תאוצת הנפילה החופשית g .
 - בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).
 - כתוב את תשובותיך בעט. אם תכתוב בעיפרון או תמחק בטיפקס לא תוכל לערער.
- מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים וגרפים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד. רשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.
כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

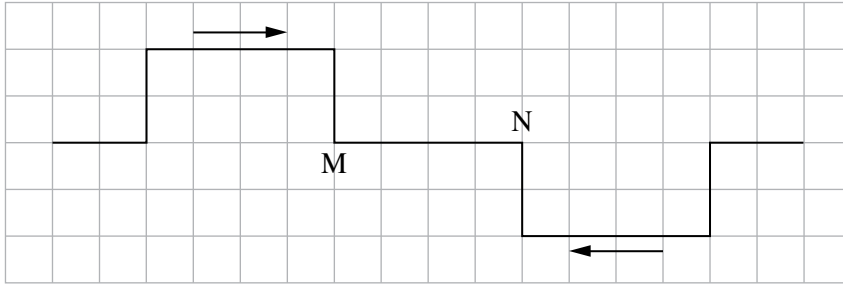
בהצלחה!

השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-5.

(לכל שאלה — $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

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).

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

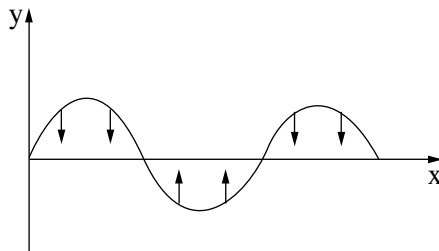
$$t_2 = 2\text{s} \quad (2)$$

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

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)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

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)?

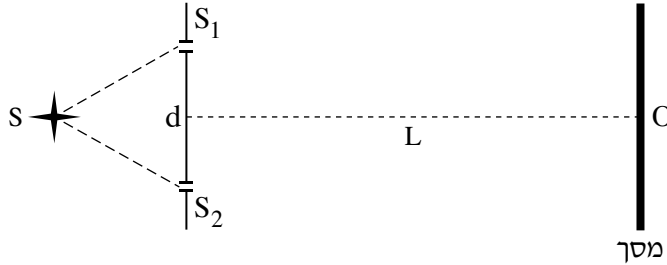
(6 נקודות)

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 2.55mm 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 הוא λ_2 .

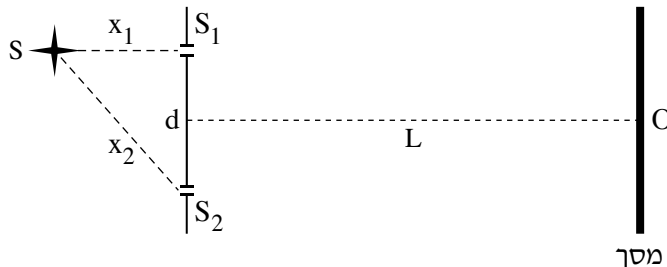
מיקום המינימום מסדר שלישי מתלכד עם מיקום המקסימום מסדר שני שהתקבל באור שאורך הגל הוא λ_1 .

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 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 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.

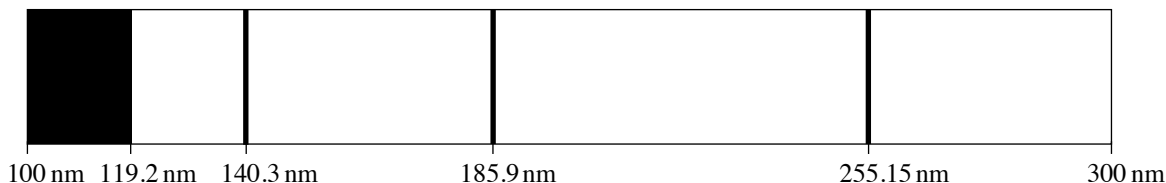
התלמידים האירו את הקתודה בחמישה אורכי גל ממקורות אור מונוכרומטיים שונים בתחום $350\text{nm} < \lambda < 700\text{nm}$. הם מדדו את מתח העצירה, $V_{\text{עצירה}}$, עבור כל אורך גל λ . בטבלה שלפניך מוצגים אורכי הגל λ וערכי מתח העצירה $V_{\text{עצירה}}$ שנמדדו.

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

- 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 שיקולך. (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 0.5V .
- 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 300nm - 100nm .
באמצעות ספקטרומטר קיבלו החוקרים את ספקטרום הבליעה של אטומי הכספית המוצג בתרשים שלפניך.



ספקטרום הבליעה כולל רצף כהה בתחום 119.2nm - 100nm וכן שלושה קווים ספקטרליים כהים בדידים, המתאימים לאורכי הגל 255.15nm , 185.9nm , 140.3nm .

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 האנרגייה של אטום הכספית שהתקבלו בניסוי, וחשב את האנרגייה 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 האנרגייה שהתקבלו בניסוי.

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

(2) חשב את האנרגייה של הפוטונים שנפלטו, שאורכי הגל שלהם בתחום האור הנראה (400nm - 700nm).
($7\frac{1}{3}$ 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, ${}_{83}^{209}\text{Bi}$, מתפרק לגרעין של תליום, ${}_{82}^{206}\text{Tl}$. גרעין התליום מתפרק לגרעין עופרת, ${}_{82}^{206}\text{Pb}$.

בכל התפרקות נפלט חלקיק α או חלקיק β .

ב. רשום את המשוואות של שתי ההתפרקויות: $(\text{Bi} \rightarrow \text{Tl})$ 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 ${}_{92}^{238}\text{U}$. "ראש המשפחה" הוא אורניום 238, ובסדרה זו נוצר גם גרעין אורניום ${}_{92}^{234}\text{U}$.

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

בהצלחה!