

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 8
מספר השאלון: 036282
שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

קרינה וחומר - 5 יחידות לימוד

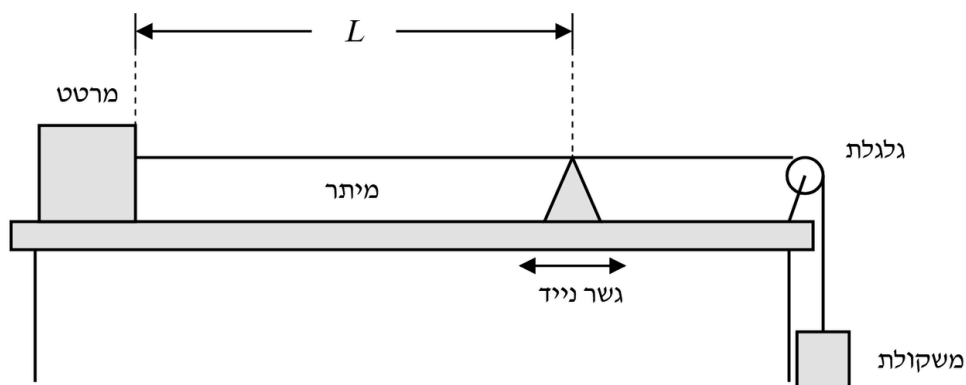
הוראות

- א. משך הבחינה: שתיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה חמש שאלות, ומהן יש לענות על שלוש שאלות בלבד. לכל שאלה - $\frac{1}{3}33$ נקודות; $3 \times \frac{1}{3}33 = 100$ 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!

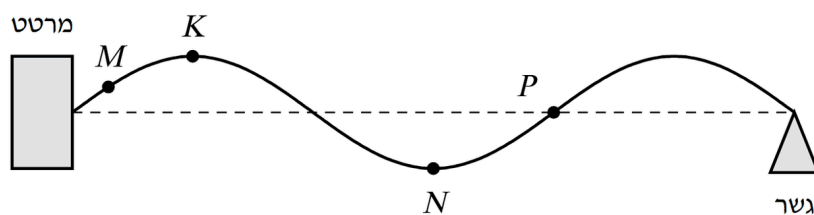
השאלות

1. במעבדה בודקים היווצרות של גלים עומדים במיתר. קצה אחד של המיתר מחובר למרטט, המיתר עובר מעל גשר נייד ומעל גלגלת שבקצה השולחן, ובקצהו השני תלויה משקולת שמסתה 100 g . המשקולת מותחת את המיתר במתיחות קבועה (ראו תרשים א). המרטט מתנווד בתדירות קבועה $f = 50\text{ Hz}$. רק קטע המיתר שבין המרטט לבין הגשר רוטט; הקצה המחובר למרטט והנקודה שבה המיתר נוגע בגשר הם נקודות צומת. את הגשר אפשר להזיז לאורך השולחן, וכך לשנות את אורך הקטע הרוטט, L .



תרשים א

כאשר הגשר הוצב במקום מסוים, נוצר בקטע הרוטט גל עומד. תרשים ב מתאר את צורת הקטע הרוטט ברגע מסוים, שבו המיתר אינו בהעתק המרבי שלו. על המיתר מסומנות ארבע נקודות: K , M , N ו- P . נתון שברגע זה הנקודה K נעה כלפי מעלה.



תרשים ב

א. ענו על התת-סעיפים (1)-(2).

- (1) קבעו את כיוון התנועה של הנקודה M ושל הנקודה N ברגע זה. נמקו.
- (2) קבעו איזו מן הנקודות K , M , N , P אינה נעה כלל, ואילו מהן מתנוודות במשרעת הגדולה ביותר. נמקו.

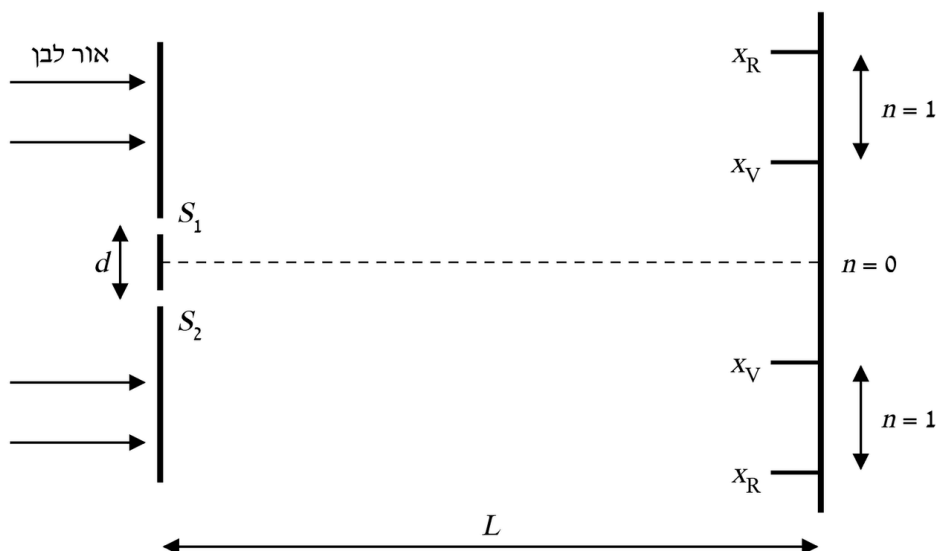
(7 נקודות)

בתחילת הניסוי הגשר הוצב סמוך למרטט. התלמידים הרחיקו את הגשר מן המרטט בהדרגה, ובכל פעם שנוצר בקטע הרוטט גל עומד יציב, הם מדדו את אורך הקטע L ורשמו את מספר הבטנים n שנראו בו. התוצאות מוצגות בטבלה:

n	1	2	3	4	5
L (m)	0.25	0.47	0.71	0.97	1.20

- ב. סרטטו גרף של אורך הקטע הרוטט, L , כפונקציה של מספר הבטנים, n . העבירו קו מגמה.
(7 נקודות)
- ג. היעזרו בשיפוע הגרף שסרטטתם, וחשבו את אורך הגל ואת מהירות ההתפשטות של הגל במיתר.
(7 נקודות)
- ד. אחד התלמידים הציב את הגשר כך שאורך הקטע הרוטט הוא $L = 0.65$ m (המרטט עדיין מתנווד בתדירות 50 Hz).
קבעו אם ייווצר במיתר גל עומד. אם לא - חשבו מהו המרחק הקטן ביותר שיש להזיז את הגשר כדי שיווצר גל עומד, ציינו לאיזה כיוון (לעבר המרטט או הרחק ממנו), וכמה בטנים יהיו אז בקטע הרוטט.
(6 נקודות)
- החליפו את המשקולת במשקולת שמסתה 400 g, וכך הגדילו את מתיחות המיתר. תדירות המרטט נשארה 50 Hz. כאשר הגשר הוצב כך ש- $L = 0.96$ m, נוצר בקטע הרוטט גל עומד ובו 2 בטנים.
- ה. ענו על התת-סעיפים (1)-(2).
- (1) חשבו את מהירות ההתפשטות של הגל במיתר לאחר החלפת המשקולת.
- (2) תלמידה טוענת כי מהירות ההתפשטות של גל במיתר נמצאת ביחס ישר למסת המשקולת התלויה בו. קבעו אם תוצאות הניסוי מתיישבות עם טענתה. נמקו.
($6\frac{1}{3}$ נקודות)

2. מאירים באלומה מקבילה של אור לבן מנורת הלוגן לוחית שבה שני חריצים צרים מאוד, S_1 ו- S_2 . האלומה פוגעת בלוחית במאונך למישור הלוחית. המרחק בין החריצים הוא $d = 0.25 \text{ mm}$. על מסך המוצב במקביל ללוחית, במרחק $L = 1.5 \text{ m}$ ממנה, מתקבלת תבנית התאבכות. במקסימום מסדר ראשון ($n = 1$) מתקבל כתם צבעוני רציף: הקצה הסגול שלו נמצא במרחק $x_V = 2.28 \text{ mm}$ מאמצע המקסימום המרכזי, והקצה האדום שלו נמצא במרחק $x_R = 4.5 \text{ mm}$ מאמצע המקסימום המרכזי (ראו תרשים); התרשים אינו מסורטט בקנה מידה).



- א. חשבו את אורך הגל של האור הסגול (λ_V) ואת אורך הגל של האור האדום (λ_R) שבקצות הכתם.

(9 נקודות)

- ב. הסבירו מדוע במקסימום המרכזי מתקבל פס אור לבן, ואילו במקסימום מסדר ראשון מתקבל כתם צבעוני רציף שהקצה הסגול שלו קרוב יותר למרכז.

(8 נקודות)

מחליפים את הלוחית בלוחית אחרת, שבה המרחק בין החריצים קטן יותר. המסך נשאר במקומו.

- ג. קבעו אם רוחב הכתם הצבעוני של המקסימום מסדר ראשון יגדל, יקטן או לא ישתנה. נמקו את קביעתכם.

(7 1/3 נקודות)

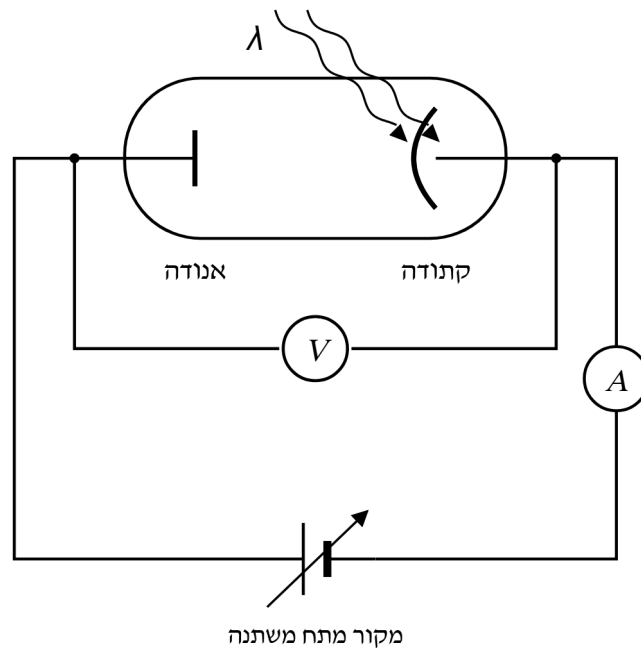
מחליפים את הלוחית בסריג עקיפה ומאירים אותו שוב באלומה של אותו אור לבן. מסך שרוחבו 1.2 m מוצב במקביל לסריג, כך שמרכזו נמצא מול אמצע המקסימום המרכזי.

נתון: $N^* = 6,000 \frac{1}{\text{cm}}$.

- ד. מהו המרחק המרבי בין הסריג לבין המסך שבו עוד אפשר לראות על המסך את כל התבנית מסדר ראשון משני צידי המקסימום המרכזי?

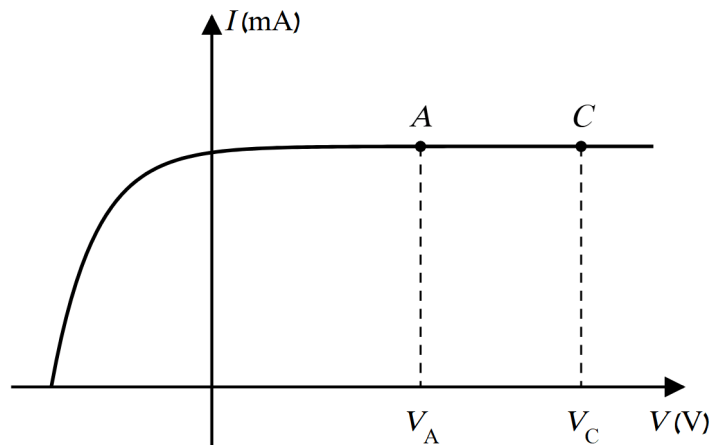
(9 נקודות)

3. בחייון האור של מערכת אזעקה יש תא פוטואלקטרי. במעבדה חיברו את התא למעגל המתואר בתרשים, והקרינו על הקתודה שלו אלומה של אור מונוכרומטי שאורך הגל שלו $\lambda = 400 \text{ nm}$. תדירות הסף של חומר הקתודה (התדירות המזערית של אור שמאפשר לאלקטרונים להיפלט ממנה) היא $f_0 = 5.80 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.



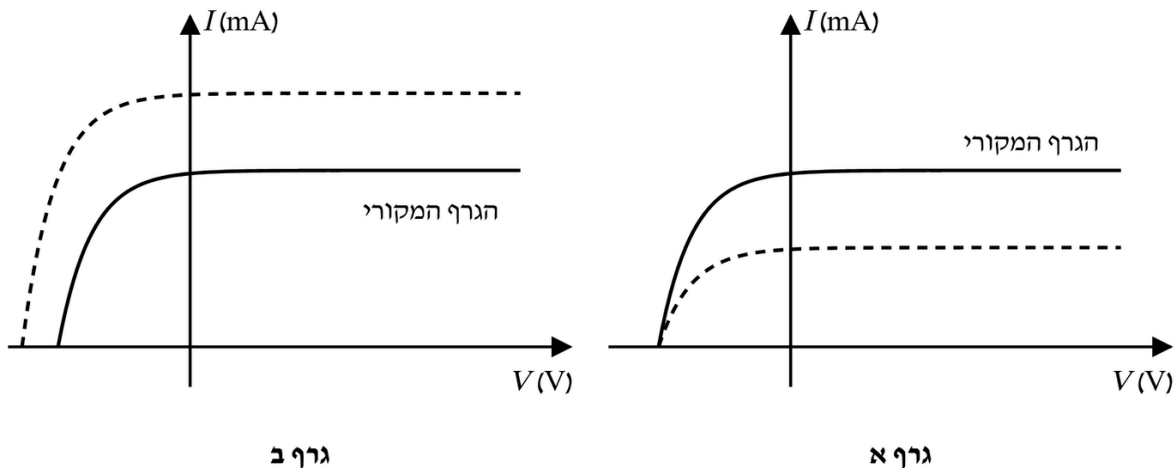
- א. חשבו את האנרגייה של כל פוטון באלומה, ביחידות eV. (5 נקודות)
- בעקבות פגיעת האור בקתודה, נפלטים אלקטרונים.
- ב. חשבו את האנרגייה הקינטית המקסימלית של האלקטרונים שנפלטים. (6 נקודות)
- ג. הסבירו את משמעותו של "מתח העצירה", וקבעו את ערכו. (4 נקודות)

בגרף שלפניכם מתוארת עוצמת הזרם בתא הפוטואלקטרי כפונקציה של המתח על התא (מתח חיובי - האנודה בפוטנציאל גבוה מהקתודה).



- ד. תלמיד טוען: "בנקודה C המתח גדול יותר מאשר בנקודה A , ולכן האלקטרונים מגיעים לאנודה מהר יותר, והזרם בנקודה C צריך להיות גדול יותר."
- הסבירו מדוע, בניגוד לטענתו, עוצמת הזרם בנקודה C שווה לעוצמת הזרם בנקודה A .
- (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

מקרינים על אותה קתודה, בזו אחר זו, שתי אלומות אור מונוכרומטיות אחרות. השוני בין כל אחת מהן לבין האלומה המקורית יכול להיות באורך הגל, בעוצמת האור או בשניהם. בכל אחד מהגרפים א-ב שלפניכם מוצגות על אותה מערכת צירים שתי עקומות של עוצמת הזרם כפונקציה של המתח: אחת בקו רציף - של האלומה המקורית שבפתיח של השאלה, ואחת בקו מקווקו - של האלומה האחרת.



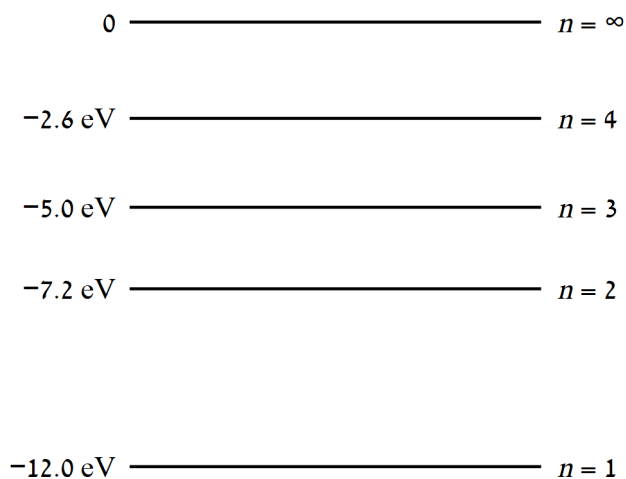
ה. בנוגע לכל אחד משני הגרפים א-ב:

- (1) קבעו אם אורך הגל של האלומה האחרת גדול מאורך הגל המקורי, קטן ממנו או שווה לו. נמקו את קביעתכם.
 - (2) קבעו אם עוצמת האור של האלומה האחרת גדולה מעוצמת האור של האלומה המקורית, קטנה ממנה או שווה לה. נמקו את קביעתכם.
- (8 נקודות)

ו. לפניכם ארבעה היגדים 1-4. קבעו מהו ההיגד הנכון. נמקו את קביעתכם.

1. אם מגדילים מאוד את עוצמת האור, ייפלטו אלקטרונים מן הקתודה גם כאשר תדירות האור קטנה מ- f_0 .
 2. כל אלקטרון שנפלט מן הקתודה קיבל את האנרגיה של פוטון אחד בלבד.
 3. כל האלקטרונים שנפלטים מן הקתודה יוצאים ממנה באותה אנרגיה קינטית.
 4. קירוב מקור האור אל הקתודה מגדיל את מתח העצירה.
- (6 נקודות)

4. אסטרונומים צפו באמצעות טלסקופ חלל בכוכב חם, שהקרינה שלו עוברת בדרכה אלינו דרך ענן גז קר של היסוד X. בענן הצפיפות והטמפרטורה נמוכות, ואפשר להניח כי מרבית האטומים בו נמצאים ברמת היסוד. לפניכם תרשים של חלק מרמות האנרגיה של אטום X.



בתחום אורכי הגל שנבדק, הכוכב פולט ספקטרום רציף. בספקטרום שקלט הטלסקופ, לאחר שהקרינה עברה דרך הענן, התגלו קווים שחורים. בשאלה זו יש להתייחס לעירור מרמת היסוד בלבד.

- א. חשבו את אורך הגל המקסימלי של קרינה שיכולה לגרום לעירור של אטום X. (6 נקודות)

האסטרונומים כיוונו את הטלסקופ גם לחלק של הענן שאין מאחוריו כוכב, ובחנו את הקרינה שהענן עצמו פולט. בספקטרום הפליטה של הענן הם הבחינו בשלושה קווים ספקטרליים בלבד.

- ב. חשבו את אורכי הגל של הקרינה שפולט הענן. (9 נקודות)

- ג. קבעו את אורכי הגל שבהם התגלו הקווים השחורים בספקטרום הכוכב, לאחר שהקרינה עברה דרך הענן. נמקו. (6 נקודות)

- ד. במעבדה מקרינים אטומי X (ברמת היסוד) בקרינה מונוכרומטית באורך גל $\lambda = 90 \text{ nm}$. קבעו אם מתרחשת תופעת יינון. אם לא - נמקו את קביעתכם; אם כן - חשבו את האנרגיה הקינטית המקסימלית של האלקטרונים הנפלטים. (7 נקודות)

בניסוי אחר העבירו דרך שפופרת שבה גז X קר אלומת אלקטרונים. האנרגיה הקינטית של כל אלקטרון היא 8.5 eV.

- ה. קבעו אם הקרינה שנפלטה הפעם היא בדיוק באותם שלושה אורכי גל שחישבתם בסעיף ב. נמקו את קביעתכם. (5 1/3 נקודות)

5. בכור גרעיני, גרעין של אורניום-238 בולע ניטרון והופך לאורניום-239, $^{239}_{92}\text{U}$. האורניום-239 אינו יציב, ובתהליך של שתי דעיכות הוא הופך בסופו של דבר לפלוטוניום-239 - חומר שממש דלק לכורים.

א. האורניום-239 פולט קרינת β^- והופך לאיזוטופ רדיואקטיבי של נפטוניום (Np). זמן מחצית החיים של אורניום-239 הוא 23.5 דקות.

כמה פרוטונים וכמה ניטרונים יש בגרעין של איזוטופ הנפטוניום שנוצר?
(5 נקודות)

ב. איזוטופ הנפטוניום שנוצר מתפרק ל- $^{239}_{94}\text{Pu}$. זמן מחצית החיים של איזוטופ הנפטוניום הוא 2.35 ימים.

רשמו את המשוואה של התהליך הרדיואקטיבי הזה.
(5 נקודות)

ברגע $t = 0$ היו בדגימה $4 \cdot 10^{17}$ גרעינים של $^{239}_{92}\text{U}$ (ולא היו בה גרעיני נפטוניום).

ברגע מסוים, t_1 , הפרידו בתהליך כימי את האורניום שנותר ואת הנפטוניום שנוצר לשת מבחנות.

ברגע ההפרדה מספר גרעיני האורניום היה שווה למספר גרעיני הנפטוניום (כ- $2 \cdot 10^{17}$ גרעינים בכל מבחנה).

ג. (1) הגדירו את המושג "פעילות של מקור רדיואקטיבי", $R(t)$, וצינו יחידות מתאימות.

(2) לאיזה משני החומרים פעילות גדולה יותר ברגע ההפרדה? חשבו פי כמה.
(12 נקודות)

ד. הסבירו מדוע הזמן t_1 ארוך במקצת מזמן מחצית החיים של אורניום-239.
(6 נקודות)

ה. חשבו מהו אחוז הגרעינים של נפטוניום ששישארו במבחנת הנפטוניום, ומהו אחוז הגרעינים של אורניום-239 ששישארו במבחנת האורניום, 12 שעות אחרי רגע ההפרדה.
($5\frac{1}{3}$ נקודות)

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