

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 1
מספר השאלון: 036282
שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

קרינה וחומר - 5 יחידות לימוד

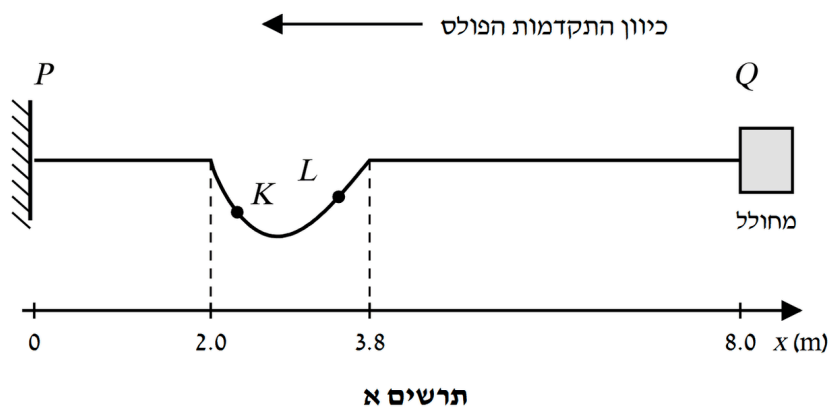
הוראות

- 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.

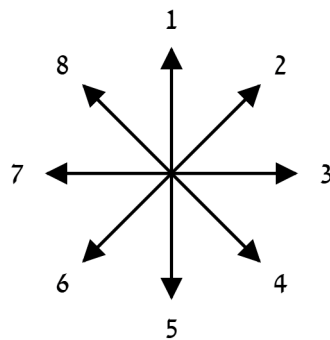
בהצלחה!

השאלות

1. קפיץ רך וארוך מתוח אופקית בין עמוד קבוע, P , לבין מחולל מכני, Q . ציר המקום x מכוון ימינה, העמוד נמצא ב- $x = 0$ והמחולל ב- $x = 8.0 \text{ m}$.
ברגע $t_0 = 0$ המחולל מזיז את קצה הקפיץ בכיוון מאונך לקפיץ, תחילה כלפי מטה ומיד לאחר מכן כלפי מעלה, עד שהקצה חוזר לנקודת המוצא ברגע $t_1 = 0.3 \text{ s}$.
לאורך הקפיץ נוצר פולס רוחב המתקדם שמאלה. תרשים א מציג את מצב הקפיץ ברגע מסוים, t_2 , וכן את ציר המקום x .



- א. חשבו את מהירות ההתפשטות של הפולס בקפיץ. (5 נקודות)
- ב. חשבו את t_2 . ($6\frac{1}{3}$ נקודות)
- ג. על הקפיץ מסומנות שתי נקודות, K ו- L . ציינו את כיוון התנועה של כל אחת משתי הנקודות ברגע t_2 , באמצעות הכיוונים המסומנים בתרשים ב. נמקו.



תרשים ב

(8 נקודות)

בניסוי אחר, באותו קפיץ ובאותה מתיחות, המחולל שבקצה Q מתנווד באופן מחזורי ויוצר בקפיץ גל רוחב סינוסואידלי (גל שצורתו דומה לגרף הפונקציה סינוס) המתקדם שמאלה. משרעת הגל 2 cm ותדירותו $f = 5 \text{ Hz}$.

ד. חשבו את אורך הגל של הגל המחזורי הנוצר בקפיץ.

(6 נקודות)

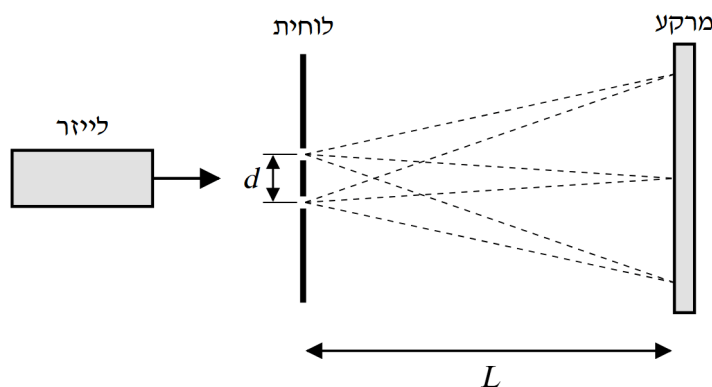
ה. נתון שברגע $t = 0$ המחולל מתחיל את תנועתו כלפי מטה. הניחו שעד הרגעים שבסעיף זה הגל עדיין לא הגיע לעמוד P .

(1) סרטטו את צורת הגל (ההעתק y של נקודות הקפיץ כפונקציה של מקומן x) ברגע $t = \frac{T}{2}$ (T - זמן המחזור).

(2) סרטטו את צורת הגל (ההעתק y של נקודות הקפיץ כפונקציה של מקומן x) ברגע $t = T$.

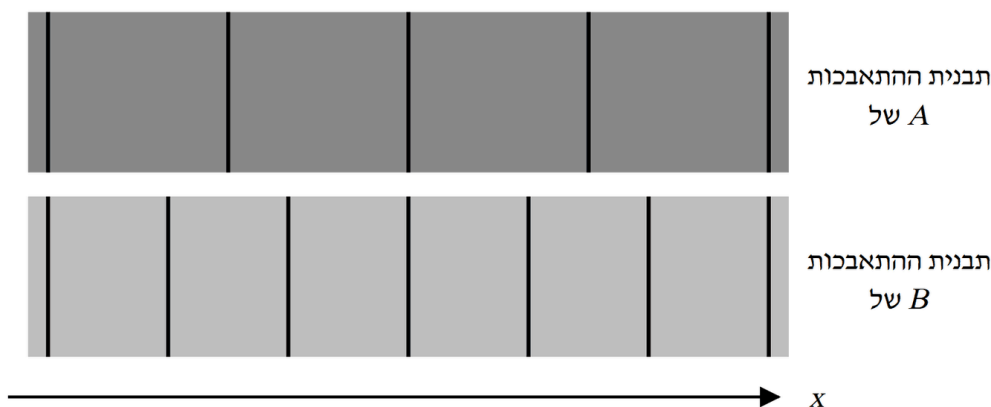
(8 נקודות)

2. במעבדה לאופטיקה בודקים שתי לוחיות, K ו- M , שבכל אחת מהן שני חריצים צרים. המרחק בין החריצים בלוחית K הוא d_K , ובלוחית M הוא d_M . מאירים כל לוחית בתורה באותו לייזר, שאורך הגל שלו λ , ותבנית ההתאבכות מתקבלת על מרקע הנמצא במרחק $L = 2.0 \text{ m}$ מן הלוחית ומקביל לה (ראו תרשים א). נתון: $L \gg d$.



תרשים א

תרשים ב מתאר את שתי תבניות ההתאבכות, A ו- B , על אותה מערכת צירים.



תרשים ב

- א. ידוע שהמרחק בין החריצים בלוחית K גדול מן המרחק בין החריצים בלוחית M . קבעו אם תבנית ההתאבכות A התקבלה עם לוחית K או עם לוחית M . נמקו את קביעתכם. (7 נקודות)
- ב. נתון כי המרחק בין החריצים בלוחית K גדול ב- 0.10 mm מן המרחק בין החריצים בלוחית M . היעזרו בתרשים ב וחשבו את המרחק בין החריצים בכל אחת משתי הלוחיות. (7 נקודות)
- ג. נתון כי רוחב כל פס אור בתבנית ההתאבכות של לוחית K הוא 4.22 mm . חשבו את אורך הגל λ של הלייזר. (8 נקודות)

- ד. לפניכם ארבעה היגדים 1-4. קבעו מהו ההיגד הנכון, והעתיקו אותו למחברתכם.
1. כאשר מגדילים את המרחק L פי 2, רוחב הפס בתבנית של לוחית K גדל פי 2, ורוחב הפס בתבנית של לוחית M אינו משתנה.
 2. כאשר מגדילים את המרחק L פי 2, רוחב הפס בשתי התבניות קטן פי 2.
 3. כאשר מקטינים את המרחק L , רוחב הפס בתבנית של לוחית K גדל, ורוחב הפס בתבנית של לוחית M קטן.
 4. כאשר מגדילים את המרחק L פי 2, רוחב הפס בשתי התבניות גדל פי 2.
- (7 נקודות)
- ה. תלמיד הציע לוותר על הלוחית: להציב שני לייזרים זהים (מאותו דגם) זה ליד זה, במרחק d זה מזה, ולכוון את שניהם אל המרקע. קבעו אם תתקבל על המרקע תבנית התאבכות יציבה. נמקו על פי התנאים לקוהרנטיות של שני מקורות אור.
- ($4\frac{1}{3}$ נקודות)
3. חברה המפתחת חיישני אור בדקה תא פוטואלקטרי חדש. התא מחובר למעגל חשמלי, ומאירים את הקתודה שלו (הפולט).
- הבדיקה נערכה בשלושה שלבים.
- בשלב הראשון** חיברו את הקתודה להדק השלילי של מקור המתח ואת האנודה (הקולט) להדק החיובי, כדי לייצר מתח האצה. בכל פעם האירו את הקתודה באור באורך גל אחר, וגילו שבחלק מאורכי הגל לא זורם זרם במעגל – גם כשעוצמת האור גדולה מאוד.
- א. קבעו באילו אורכי גל – ארוכים או קצרים – לא זורם זרם במעגל. הסבירו את קביעתכם, והסבירו מדוע הגדלת עוצמת האור אינה גורמת לזרם באורכי גל אלה.
- (6 נקודות)
- הקתודה הוארה באור באורך גל שבו זורם זרם במעגל. לאחר מכן הציבו בין מקור האור לקתודה מסנן אפור, שבולע מחצית מהאור שפוגע בו ואינו משנה את צבעו.
- ב. קבעו אם לאחר הצבת המסנן עוצמת הזרם החשמלי במעגל גדלה, קטנה או לא השתנתה. הסבירו את קביעתכם.
- (5 נקודות)

בשלב השני איפסו את המתח בין האנודה לקתודה, והאירו את הקתודה באור באורך גל שבו נפלטים אלקטרונים.

ג. קבעו איזה מן ההיגדים 1-3 שלפניכם נכון.

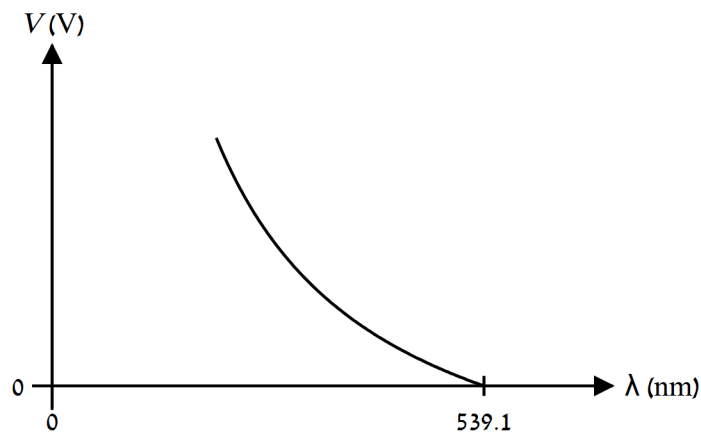
1. לא זורם זרם במעגל, מפני שאין מתח שיניע את האלקטרונים מהקתודה אל האנודה.

2. זורם במעגל זרם השווה לזרם בשלב הראשון (זרם הרוויה), מפני שאין שום שדה חשמלי שעוצר את האלקטרונים.

3. זורם במעגל זרם, אך הוא קטן מהזרם בשלב הראשון, מפני שחלק מהאלקטרונים הנפלטים נדחים בחזרה לקתודה ואינם מגיעים לאנודה.

(6 נקודות)

בשלב השלישי חיברו את הקתודה להדק החיובי של מקור המתח ואת האנודה להדק השלילי. הם שינו את אורך הגל כמה פעמים, ובכל פעם מדדו את המתח המינימלי שבו התאפס הזרם. בתרשים 1 מוצג גרף המתאר את תוצאות המדידות.

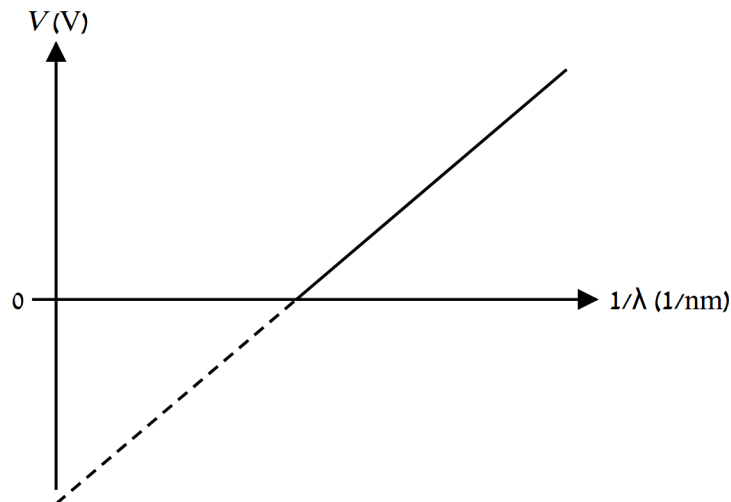


תרשים 1

ד. הסבירו את המשמעות הפיזיקלית של נקודת החיתוך של הגרף עם הציר האופקי בתרשים 1, וחשבו בעזרתה את פונקציית העבודה של מתכת הקתודה.

(5 נקודות)

בתרשים 2 שלפניכם מוצג גרף המתאר את מתח העצירה כפונקצייה של $\frac{1}{\lambda}$.



תרשים 2

ה. קבעו מהי המשמעות הפיזיקלית של נקודת החיתוך של הגרף (בהמשך הקו המקווקו) עם הציר האנכי, וחשבו את הערך המספרי של נקודת החיתוך.

(5 נקודות)

המהנדסים קבעו מתח מעכב $V_1 = 1.0 \text{ V}$, והאירו את הקתודה בזה אחר זה באור בשלושה אורכי גל: $\lambda_1 = 620 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 450 \text{ nm}$, $\lambda_3 = 350 \text{ nm}$.

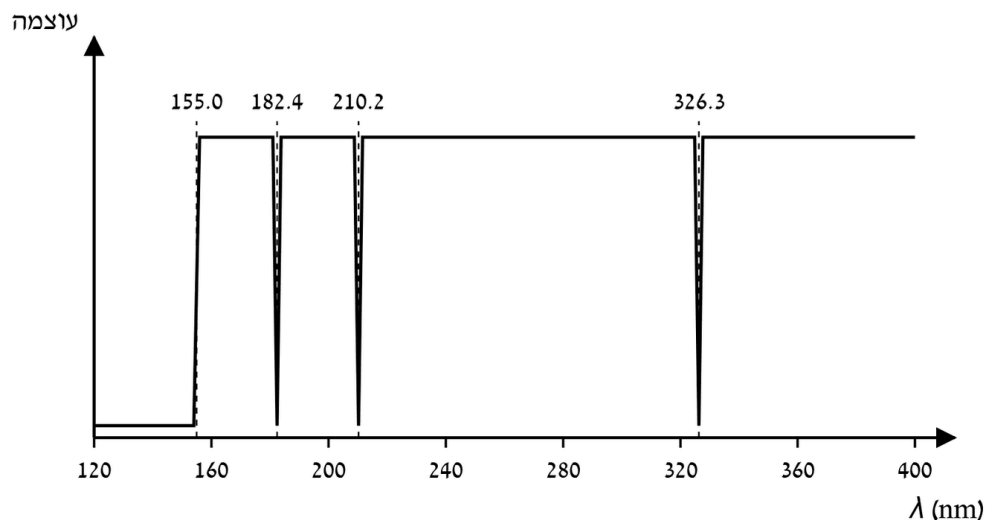
ו. קבעו בנוגע לכל אחד משלושת אורכי הגל אם זורם זרם במעגל. נמקו כל אחת מן הקביעות.

($6\frac{1}{3}$ נקודות)

4.

חוקרים בדקו גז דליל של אטומי היסוד X. כל אטומי הגז היו ברמת היסוד.

בעזרת מונוכרומטור הם שלחו דרך הגז, בכל פעם, קרינה על-סגולה באורך גל אחד, וסרקו בהדרגה את אורכי הגל בתחום $400 \text{ nm} - 120 \text{ nm}$. גלאי שהוצב מאחורי הגז, בכיוון האלומה, מדד את עוצמת הקרינה שעברה דרך הגז. עוצמת הקרינה שנכנסה לגז הייתה זהה בכל אורכי הגל. התוצאות מוצגות בגרף שלפניכם.



עוצמת הקרינה שעברה כמעט אפסית בכל התחום $155.0 \text{ nm} - 120 \text{ nm}$, וכן בשלושה אורכי גל בדידים: 326.3 nm , 210.2 nm , 182.4 nm .

א. אטום שבלע פוטון חוזר לרמת היסוד תוך זמן קצר מאוד, ופולט פוטון באותה אנרגייה. הסבירו מדוע, למרות זאת, הגלאי מודד עוצמה נמוכה מאוד באורכי הגל 182.4 nm , 210.2 nm ו- 326.3 nm .

(6 נקודות)

ב. חשבו את אנרגיית היינון של אטומי X.

(6 נקודות)

ג. סרטטו במחברתכם דיאגרמה של ארבע רמות האנרגייה של אטום X שהתקבלו בניסוי, וחשבו את האנרגייה של כל אחת מהרמות. פרטו את חישוביכם.

(8 נקודות)

ד. חשבו את המהירות המרבית של האלקטרונים שהשתחררו מאטומי X בניסוי זה.

(6 נקודות)

החוקרים חישובו גם את ספקטרום הפליטה של אטומי X לפי רמות האנרגייה שהתקבלו בניסוי.

ה. (1) הוסיפו לדיאגרמה שסרטטתם בסעיף ג חיצים המייצגים את כל הקווים הספקטראליים של ספקטרום הפליטה.

(2) חשבו את האנרגייה של הפוטונים הנפלטים שאורכי הגל שלהם בתחום האור הנראה

($400 \text{ nm} - 700 \text{ nm}$).

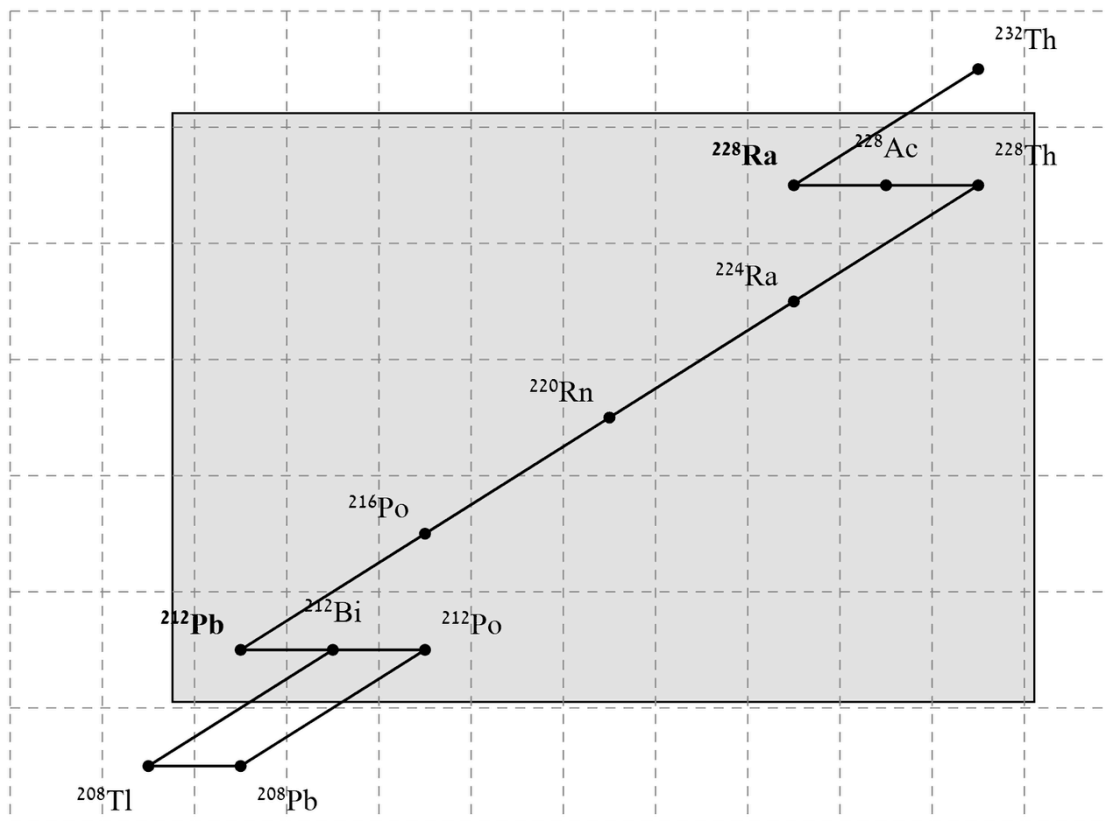
(7 1/3 נקודות)

5.

אחת מארבע הסדרות הרדיואקטיביות הטבעיות היא סדרת תוריום ^{232}Th .

רדיום ^{228}Ra ועופרת ^{212}Pb הם איזוטופים רדיואקטיביים טבעיים השייכים לסדרה זו.

עופרת ^{212}Pb היא תוצר בשרשרת ההתפרקות של רדיום ^{228}Ra (ראו תרשים).



א. קבעו את מספר התפרקות α ואת מספר התפרקות β^- שמתרחשות בשרשרת

ההתפרקות מרדיום ^{228}Ra לעופרת ^{212}Pb . הסבירו את קביעותיכם.

(8 נקודות)

באחד השלבים של השרשרת נוצר האיזוטופ הרדיואקטיבי רדון ^{220}Rn , הנקרא גם

"תורון". זהו גז שנפלט מחומרי בניין מסוימים (כגון גרניט) ועלול להצטבר בחדרים סגורים.

ב. קבעו את המספר האטומי ואת מספר המסה של גרעין הבת Y הנוצר מהתפרקותו של רדון

^{220}Rn .

(7 נקודות)

מידות של מדגם רדון ^{220}Rn הראו כי הפעילות הרדיואקטיבית שלו פוחתת פי 16 במשך 222.4 שניות.

ג. (1) חשבו את זמן מחצית החיים, $T_{1/2}$, של איזוטופ זה.

(2) חשבו את קבוע הדעיכה λ של איזוטופ זה.

(11 נקודות)

אנרגיות הקשר הגרעיניות של האיזוטופים רדיום 228 ועופרת 212 הן:
 $E_{B(\text{Pb})} = 1654.52 \text{ MeV}$, $E_{B(\text{Ra})} = 1742.48 \text{ MeV}$
ד. קבעו איזה משני האיזוטופים יציב יותר. נמקו את קביעתכם.
(7⅓ נקודות)

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