

פיזיקה קרינה וחומר

לתלמידי 5 יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעתיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
כל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
(1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה)
(2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.
כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות.
אי־רשום הנוסחה או אי־ביצוע ההצבה או אי־רשום יחידות עלולים להפחית נקודות מן הציון.
(3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במקרה הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או מהירות האור c .
(4) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת הנפילה החופשית.
(5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. השתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

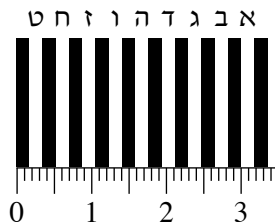
בהצלחה!

השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-5.

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

1. בתרשים שלפניך מוצג סרטוט של תבנית התאבכות. התבנית נוצרה על ידי אלומה מקבילה של אור מונוכרומטי שעברה דרך זוג חריצים מקבילים בלוחית אטומה. אורך הגל של האלומה הוא λ . האלומה פגעה בלוחית בכיוון ניצב למישור החריצים, והתבנית התקבלה על מסך המקביל למישור החריצים. פסי האור שהתקבלו מסומנים באותיות א-ט. פס האור ה הוא הפס המרכזי.



- א. קבע לאיזה פס אור (או לאילו פסי אור) מבין הפסים א-ט הגיע אור מאחד החריצים, במסלול שהוא ארוך בשלושה אורכי גל מן המסלול שעבר האור שהגיע מן החריץ האחר. נמק את תשובתך. (7 נקודות)
- ב. קבע לאיזה מקום (או לאילו מקומות) הגיע אור מאחד החריצים, במסלול שהוא ארוך באורך גל וחצי מן המסלול שעבר האור שהגיע מן החריץ האחר. בתשובתך השתמש באותיות המציינות את פסי האור. (7 נקודות)
- ג. המרחק בין החריצים הוא $d = 0.2\text{mm}$, ומרחק המסך ממישור החריצים הוא 1.2m . בתחתית הסרטוט של תבנית ההתאבכות הוסיפו סרגל. הערכים של הסרגל נתונים ביחידה סנטימטר.
- ג. חשב את הרוחב של פס האור בדרך שבה השגיאה היחסית במדידה תהיה קטנה ככל האפשר. פרט את תשובתך. (6 נקודות)
- ד. חשב את אורך הגל של אלומת האור. (7 נקודות)
- ה. הסבר מדוע עדיף להשתמש בסריג עקיפה במקום בזוג חריצים, כדי למדוד בצורה מדויקת ככל האפשר את אורך הגל. (3 נקודות)
- נתון סריג עקיפה שבו המרחק בין כל זוג חריצים סמוכים שווה למרחק d שבין זוג החריצים המוצג בשאלה.
- ו. קבע אם המרחק שבין נקודות המקסימום שבתבנית המתקבלת מזוג החריצים גדול מן המרחק שבין נקודות המקסימום הראשיות שבתבנית המתקבלת מסריג העקיפה, קטן ממנו או שווה לו. נמק את קביעתך. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)

2.

האירו את הפולט (קתודה) של תא פוטואלקטרי בשלוש אלומות אור זו אחר זו.

אורכי הגל של האלומות הם: $\lambda_1 = 200\text{nm}$, $\lambda_2 = 450\text{nm}$, $\lambda_3 = 650\text{nm}$.

אורך גל הסף (המתאים לתדירות הסף) הוא $\lambda_0 = 539\text{nm}$.

א. עבור כל אחת מן האלומות, קבע אם נוצר זרם בתא הפוטואלקטרי.

אם לא נוצר זרם – נמק מדוע. (7 נקודות)

ב. הגדר את המושג "פונקציית עבודה" (אנרגיית קשר) של מתכת. (6 נקודות)

ג. חשב את פונקציית העבודה של המתכת שהפולט עשוי ממנה. ($7\frac{1}{3}$ נקודות)

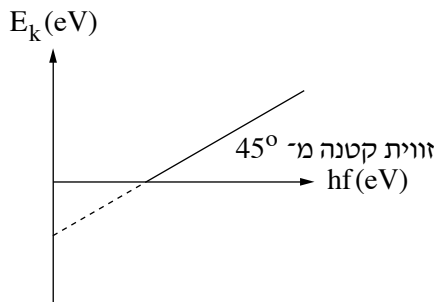
ד. חשב את תדירות האור שיגרום לפליטת אלקטרונים שיש להם אנרגייה קינטית מרבית $E_k = 0.5\text{eV}$.

(7 נקודות)

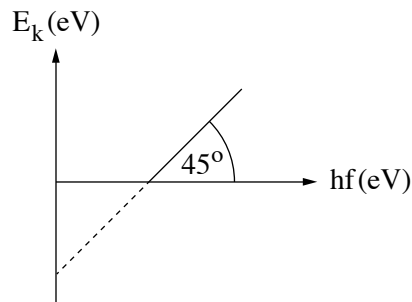
גרפים IV-I שלפניך מתארים אנרגייה קינטית של אלקטרון E_k (eV) כפונקציה של אנרגיית פוטון hf (eV).

שני הצירים מסורטים על פי אותו קנה מידה.

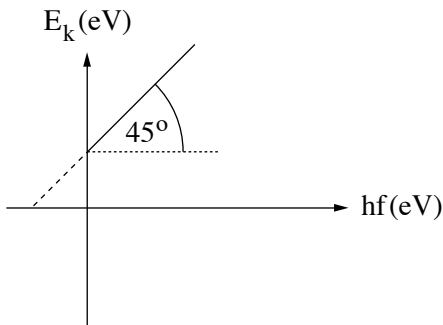
גרף II



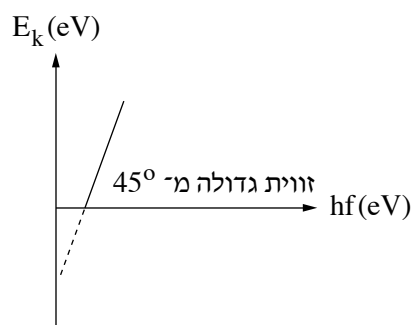
גרף I



גרף IV



גרף III



ה. (1) קבע איזה גרף מתאר נכון את התלות של האנרגייה הקינטית של אלקטרון שנפלט מן הפולט באנרגיית פוטון שפגע בפולט.

(2) העתק למחברתך את הגרף הנכון.

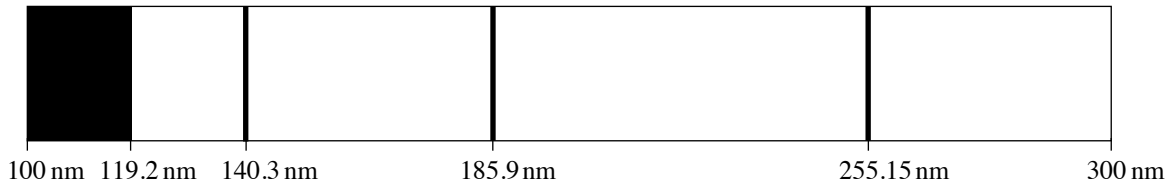
הוסף לגרף שבמחברתך ערכים מספריים בנקודות החיתוך של העקומה (הלינארית) עם הציר האופקי (hf)

ועם הציר האנכי (E_k). פרט את שיקולך.

/המשך בעמוד 4/

(6 נקודות)

3. 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)

4. נתון הגרעין ${}^4_2\text{He}$ של האיזוטופ הליום 4.

- א. מדוע גרעין זה נשאר יציב על אף כוחות הדחייה החשמליים הפועלים בו? (8 נקודות)
- ב. כתוב דוגמה לגרעין שהוא איזוטופ נוסף של הליום (גם אם איזוטופ זה לא באמת קיים במציאות). (5 נקודות)
- ג. נכנה את הגרעין ${}^4_2\text{He}$ "מערכת חלקיקים במצב 1". מפרקים את הגרעין ${}^4_2\text{He}$ עד שכל מרכיביו נמצאים במנוחה

במרחק רב אלה מאלה. נכנה את מערכת החלקיקים הזו "מערכת חלקיקים במצב 2".
האם האנרגייה של מערכת החלקיקים במצב 1 גדולה מזו שבמצב 2, קטנה ממנה או שווה לה?
העתק למחברתך את התשובה הנכונה מבין התשובות 1-4 שלפניך, ונמק את תשובתך.

1. האנרגייה של מערכת החלקיקים במצב 1 גדולה מזו שבמצב 2.
 2. האנרגייה של מערכת החלקיקים במצב 1 שווה לזו שבמצב 2.
 3. האנרגייה של מערכת החלקיקים במצב 1 קטנה מזו שבמצב 2.
 4. אי אפשר לדעת, כי התשובה תלויה במצב שבו בוחרים את רמת האפס של האנרגייה.
- (5 נקודות)

נתון כי המסה האטומית של ${}^4_2\text{He}$ היא $M({}^4_2\text{He}) = 4.002602\text{u}$, מסת אלקטרון היא $m_e = 0.000549\text{u}$,

מסת פרוטון היא $m_p = 1.007276\text{u}$ ומסת ניוטרון היא $m_n = 1.008665\text{u}$.

- ד. חשב את אנרגיית הקשר הגרעינית של גרעין איזוטופ הליום ${}^4_2\text{He}$. (11 נקודות)
- ה. נתונים שני גרעינים שונים. כיצד אפשר לקבוע איזה מן הגרעינים יציב יותר?
העתק למחברתך את התשובה הנכונה מבין התשובות 1-4 שלפניך. אין צורך לנמק.

1. על פי אנרגיית הקשר הגרעינית.
2. על פי אנרגיית הקשר הגרעינית חלקי מספר הנוקלאונים.
3. על פי אנרגיית הקשר הגרעינית חלקי מספר הפרוטונים.
4. על פי מספר הנוקלאונים.

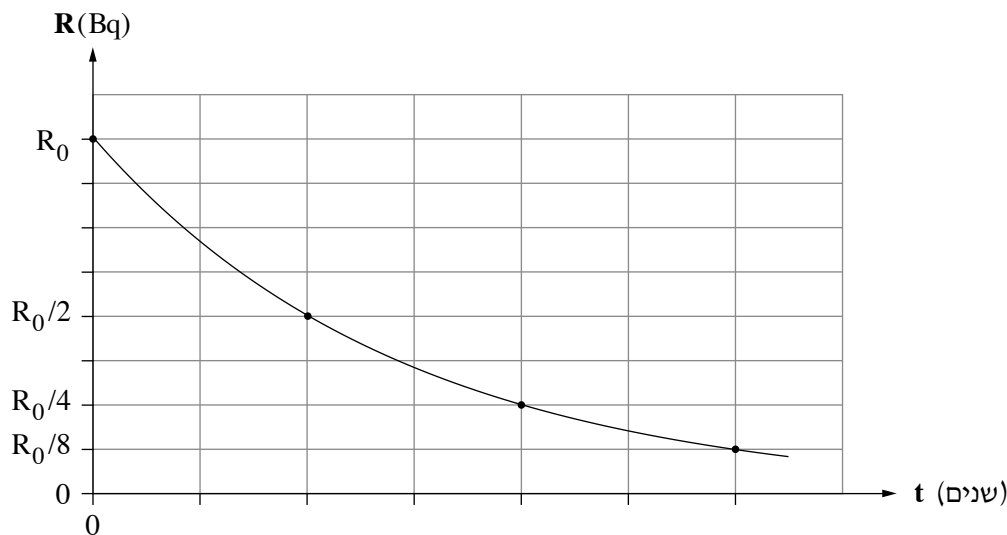
($4\frac{1}{3}$ נקודות)

5. סטרונציום טבעי הוא יסוד מתכתי יציב שהתגלה בשנת 1790. האיזוטופ הרדיואקטיבי ${}^{90}_{38}\text{Sr}$ התגלה במהלך ניסויים גרעיניים שנערכו בשנות הארבעים של המאה ה-20.

א. ציין את המשמעות של המספרים 38 ו-90 המופיעים בסימון ${}^{90}_{38}\text{Sr}$. (6 נקודות)

נערכו שני ניסויים, ניסוי I וניסוי II.

ניסוי I נערך על מדגם של ${}^{90}_{38}\text{Sr}$ שמסתו 2gr. זמן מחצית החיים של מדגם זה הוא 29 שנים. בגרף שלפניך מוצגת הפעילות R (ב-Bq – התפרקויות לשנייה) כפונקציה של הזמן t (בשנים) עבור מדגם זה.



ב. חשב לאחר כמה זמן ירדה הפעילות ל- $\frac{R_0}{8}$. פרט את חישובך. (6 נקודות)

ג. חשב (בקירוב) את מספר הגרעינים במדגם ברגע $t = 0$ עבור מדגם זה שמסתו 2gr. (6 נקודות)

ד. (1) חשב את קבוע הדעיכה ביחידה $\frac{1}{s}$.

(2) חשב את הפעילות R_0 (הפעילות ברגע $t = 0$).
(8 $\frac{1}{3}$ נקודות)

ניסוי II נערך על מדגם של האיזוטופ ${}^{90}_{38}\text{Sr}$ שמסתו 1gr.

ה. העתק את הגרף למחברתך, וסמן את העקומה בספרה I.

הוסף למערכת הצירים שבמחברתך את העקומה עבור ניסוי II, וסמן אותה בספרה II. (7 נקודות)

בהצלחה!