

פיזיקה קרינה וחומר הוראות

- א. משך הבחינה: שעותיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן יש לענות על שלוש שאלות בלבד.
כלל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; $33\frac{1}{3} \times 3 = 100$ 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:
(1) יש לענות על שלוש שאלות בלבד. אם תענו על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברתכם.
יש לציין באופן ברור את מספר השאלה שבחרתם ואת הסעיף.
(2) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, יש להציג 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 מתאים של ספרות משמעותיות וכן יחידות המידה.
(3) את הגרפים יש לסרטט בגודל של חצי עמוד לפחות. יש להשתמש בסרגל לסרטוט קווים ישרים.
(4) כאשר נדרשים להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום 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 .
(5) בחישובים יש להשתמש בערך 10 m/s^2 לגודל של g – תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).
(6) יש לכתוב את התשובות בעט. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים וגרפים בלבד.
(7) במקרה של טעות, אפשר להסתפק בהעברת קו חוצה כפול על המילים או המשפטים השגויים.

יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.
כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

ענו על שלוש מן השאלות 1–5.

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

1. תלמידים ערכו ניסוי ובו הציבו עצם על הציר האופטי הראשי של עדשה מרכזת דקה. התלמידים שינו את המרחק של העצם

מן העדשה, u , כמה פעמים, ובכל פעם מדדו את המרחק של הדמות מן העדשה, v .

א. האם בעדשה מרכזת מתקבלת תמיד דמות ממשית? נמקו את תשובתכם. (7 נקודות)

על סמך תוצאות המדידות שביצעו התלמידים, הם חישבו את הערכים $\frac{1}{u}$, $\frac{1}{v}$, כפי שמוצגים בטבלה שלפניכם.

המדידה	$\frac{1}{v}$ (1/cm)	$\frac{1}{u}$ (1/cm)
1	0.009	0.033
2	0.016	0.025
3	0.020	0.020
4	0.025	0.017
5	0.034	0.010
6	– 0.025	0.067
7	– 0.047	0.083

ב. סרטטו במחברת דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של $\frac{1}{v}$ כפונקצייה של $\frac{1}{u}$.

הוסיפו את הישר המתאים ביותר (קו המגמה). האריכו את קו המגמה כך שיחתוך את הצירים. (10 נקודות)

ג. על פי נקודת החיתוך של קו המגמה עם אחד מן הצירים, חשבו את הערך של מרחק המוקד, f , של עדשה זו. (7 נקודות)

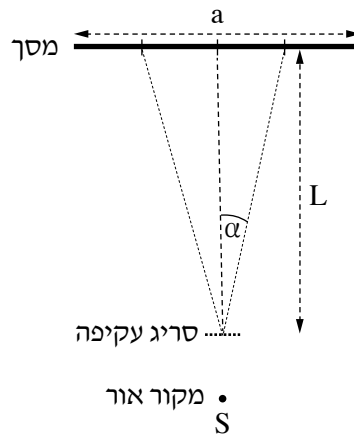
ד. חשבו את עוצמת העדשה **ביחידות של דיופטר**. (5 נקודות)

התלמידים הציבו עצם במרחק של $u = 20 \text{ cm}$ מן העדשה.

ה. קבעו אם הדמות שהתקבלה היא: ממשית א מדומה, ישרה ב הפוכה, מוגדלת ג מוקטנת. נמקו את קביעותיכם. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)

2.

נתונה מערכת הכוללת מקור אור S , סריג עקיפה שהקבוע שלו הוא $5,300$ חריצים לס"מ ומסך לבן שרוחבו a והוא מוצב במקביל לסריג במרחק L . על המסך מסומנות שנתות, המציינות את הזוויות שנוצרות בין האנך האמצעי ובין הקו המחבר את מרכז סריג העקיפה עם נקודת אור על המסך (ראו תרשים).



מערכת זו משמשת למדידת אורכי גל של קרינה אלקטרומגנטית בתחום האור הנראה.

תלמידת מגמת פיזיקה הציבה במערכת מנורת כספית שתשמש מקור אור. האור עבר דרך סריג העקיפה והתקבלו על המסך 4 קווים צבעוניים מסדר ראשון. הזוויות של הקווים הן 12.3° , 13.2° , 16.9° ו- 17.9° .

א. חשבו את אורך הגל של כל אחד מארבעת הקווים הצבעוניים. (7 נקודות)

ב. עבור אורך הגל שחישבתם בסעיף א לזווית 12.3° , חשבו את הסדר המקסימלי n של הקו הצבעוני שאפשר לקבל דרך סריג עקיפה זה (בסעיף זה בלבד הניחו שגודל המסך אינו מוגבל). (6 נקודות)

התלמידה החליפה את מנורת הכספית בנורת להט (מקור אור לבן בתחום אורכי גל מ- 400 nm עד 700 nm).

ג. תארו את תבנית האור שהתקבלה על המסך:

(1) בסדר אפס.

(2) בסדר ראשון.

(8 נקודות)

ד. קבעו אם קיימת חפיפה (חלקית או מלאה) בין תבנית האור בסדר הראשון לבין תבנית האור בסדר השני שהתקבלו על המסך. נמקו את תשובתכם. (8 נקודות)

התלמידה החליפה את נורת הלהט במקור קרינה שיש לו אורך גל יחיד.

נתון: $L = 1 \text{ m}$, $a = 1 \text{ m}$.

ה. נתון: קו המקסימום מסדר ראשון התקבל בגלאי קרינה המוצב בדיוק בקצה המסך.

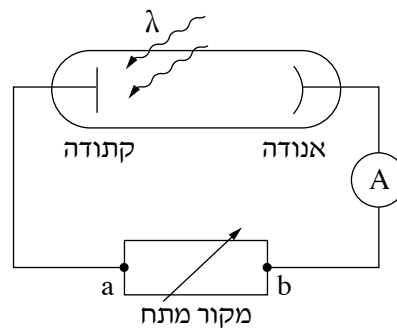
חשבו את אורך הגל של הקרינה ממקור זה. $\left(4 \frac{1}{3} \text{ נקודות}\right)$

3. א. לפניכם ארבעה היגדים 1-4. קבעו איזה היגד מתאר נכון את תופעת האפקט הפוטואלקטרי בהתרחשותה, והעתיקו אותו למחברתכם.

1. כאשר קרינה אלקטרומגנטית פוגעת בקתודה (בפולט) – הקתודה רק מתחממת.
2. כאשר הקתודה מופגזת באלקטרונים מהירים – נפלטת ממנה קרינה אלקטרומגנטית.
3. כאשר האנרגייה של פוטון הפוגע בקתודה שווה לפונקציית העבודה של המתכת או גדולה ממנה – נפלט אלקטרון.
4. כאשר האנרגייה של פוטון הפוגע בקתודה קטנה מפונקציית העבודה של המתכת – לאלקטרון שנפלט אין אנרגייה קינטית.

(5 נקודות)

אפשר לערוך חקירה של האפקט הפוטואלקטרי באמצעות מעגל חשמלי ובו תא פוטואלקטרי, כמתואר בתרשים א.



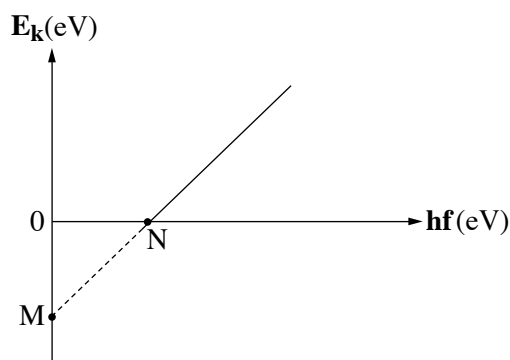
תרשים א

בניסוי שנערך במעגל חשמלי כזה הקרינו את הקתודה (הפולט) של התא הפוטואלקטרי בקרינה מונוכרומטית באורך גל $\lambda = 400 \text{ nm}$, ומתח העצירה שנמדד היה $V_0 = 1.1 \text{ V}$.

- ב. קבעו אם במדידת מתח העצירה, הדק b של מקור המתח היה חיובי או שלילי. נמקו את קביעתכם. (6 נקודות)
- ג. חשבו את פונקציית העבודה, B, של המתכת שממנה עשויה הקתודה. (7 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

בתרשים ב מוצג גרף איכותי של האנרגייה הקינטית של האלקטרונים הנפלטים מן הקתודה כפונקצייה של אנרגיית הפוטונים הפוגעים בקתודה.

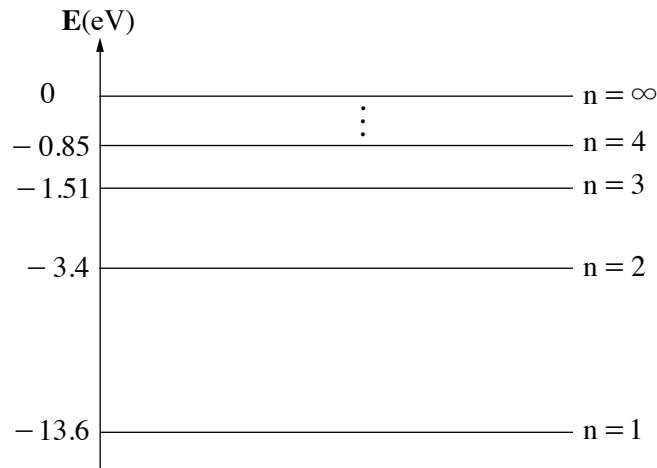


תרשים ב

- ד. **היעזרו** בנוסחה של האפקט הפוטואלקטרי וקבעו מהי המשמעות הפיזיקלית של כל אחת מן הנקודות M ו- N, נקודות החיתוך של הגרף עם הצירים. (6 נקודות)
- ה. קבעו אם השיעור האופקי של הנקודה N קטן מן הערך המוחלט של השיעור האנכי של הנקודה M, גדול ממנו או שווה לו. נמקו את קביעתכם. (5 נקודות)
- את קטע הקו הרציף בגרף שבתרשים ב סרטטו על פי ערכים שנמדדו בניסוי (הערכים שנמדדו אינם מסומנים בתרשים). את קטע הקו המקווקו, MN, סרטטו באמצעות הארכה של הגרף עד לנקודת החיתוך עם הציר האנכי, ולא על פי מדידות. הסבירו מדוע לא היה אפשר לבצע מדידות שעל פי התוצאות שלהן אפשר לסרטט את קטע הקו המקווקו MN. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

4. אלקטרונים שהאנרגייה הקינטית שלהם היא $E_k = 12.6 \text{ eV}$, עברו דרך שפופרת המכילה אטומי מימן בצפיפות נמוכה. אטומי המימן נמצאו ברמת היסוד.

כתוצאה ממעבר האלקטרונים דרך השפופרת, נפלטו מן השפופרת קרינה אלקטרומגנטית. התרשים שלפניכם מתאר את ארבע רמות האנרגייה הראשונות של אטומי המימן, ואת רמת אנרגיית היינון שלהם.



- א. ידוע כי אלקטרון עם האנרגייה הקינטית הנתונה יכול לעורר את אטום המימן מרמת היסוד לרמה מעוררת כלשהי, ואילו פוטון עם אותה אנרגייה לא יעורר את אטום המימן. הסבירו מדוע. (7 נקודות)
- ב. חשבו את רמת האנרגייה המקסימלית שאליה עוררו אטומי המימן כתוצאה מהתנגשות עם האלקטרונים הפוגעים. (7 נקודות)
- ג. קבעו כמה קווי קרינה אלקטרומגנטית היו בספקטרום הפליטה, וחשבו את אורכי הגל של קווי הספקטרום (אחד או יותר) שנמצאים בתחום האור הנראה ($400 \text{ nm} - 700 \text{ nm}$). (8 נקודות)
- ד. חשבו את אורך הגל המרבי (מקסימלי) של קרינה אלקטרומגנטית שיכולה ליינן את אטומי המימן. (7 נקודות)
- הקרינו את אטומי המימן בקרינה אלקטרומגנטית שאורך הגל של הפוטונים שבה קטן מאורך הגל שחישבתם בסעיף ד.
- ה. קבעו אם קרינה זו גרמה ליינון של אטומי המימן. אם כן – קבעו למה הוּמַר עודף האנרגייה של הפוטון; אם לא – הסבירו מדוע לא התרחש יינון. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)

5. סוג אחד של התפרקות רדיואקטיבית הוא התפרקות β^- .

א. בהתפרקות β^- נפלט אלקטרון מן הגרעין. הסבירו כיצד נוצר אלקטרון זה. (5 נקודות)

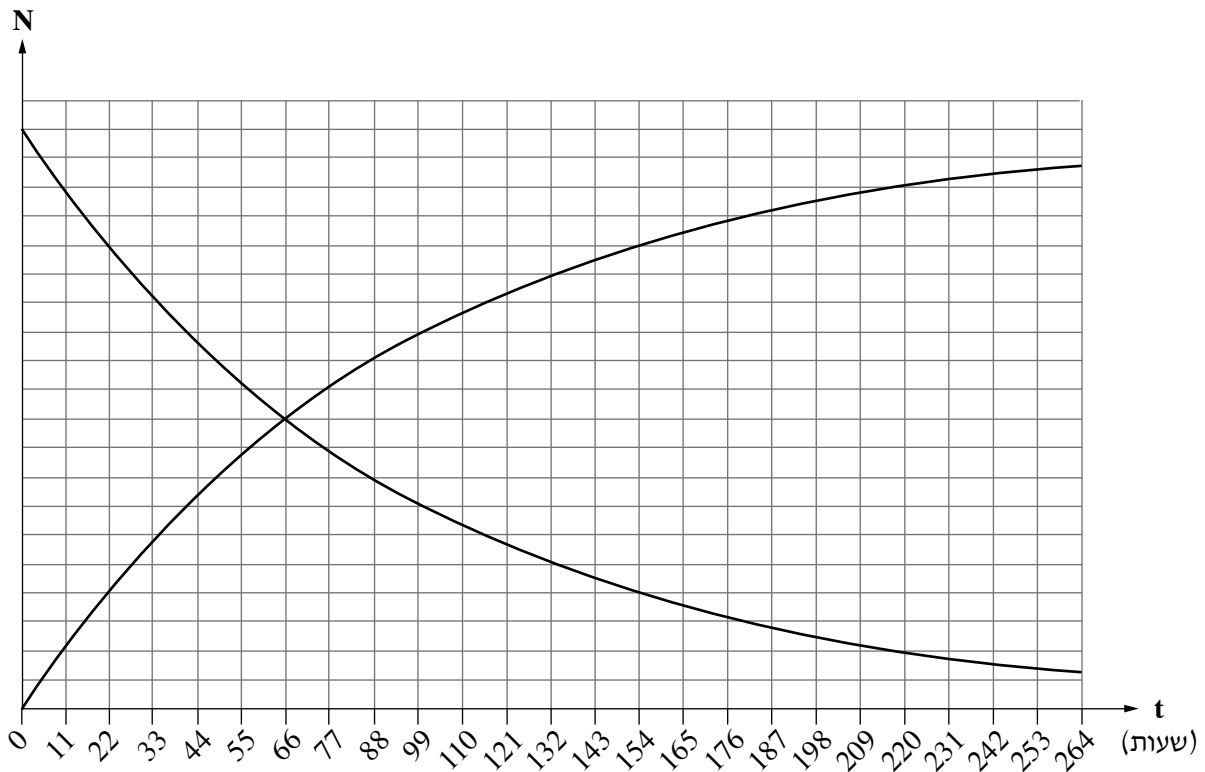
בהתפרקות β^- של האיזוטופ הרדיואקטיבי $^{99}_{42}\text{Mo}$ של היסוד מוליבדן מתקבל איזוטופ של היסוד טכנציום, Tc.

ב. כתבו את המשוואה המתארת את ההתפרקות של מוליבדן לטכנציום. (5 נקודות)

הגרפים שלפניכם מציגים את מספר גרעיני המוליבדן שטרם התפרקו ואת מספר גרעיני הטכנציום שנוצרו כפונקצייה של הזמן.

הציר האנכי מייצג את מספר הגרעינים, N. הערכים המספריים אינם נתונים.

נתון: בתחילת המדידה, בזמן $t = 0$, פעילות המוליבדן הייתה $R_0 = 2.336 \cdot 10^8 \text{ Bq}$.



ג. קבעו את זמן מחצית החיים של מוליבדן. נמקו את קביעתכם. (5 נקודות)

ד. חשבו את מספר גרעיני המוליבדן שטרם התפרקו כעבור שבעה ימים מתחילת המדידה (168 שעות). (8 נקודות)

ה. נתון: $T_{1/2}(\text{Tc}) \gg T_{1/2}(\text{Mo})$.

קבעו את המספר הכולל של הגרעינים (של מוליבדן ושל טכנציום) בזמן $t = 143 \text{ h}$.

(6 נקודות)

ו. במקרים רבים, לאחר התפרקות α או התפרקות β^- מתקיימת בגרעין שנוצר התפרקות γ . הסבירו מהי הסיבה לכך.

($4\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!