

פתרון הבחינה בפיזיקה – מכניקה

קיץ תשפ"ד, 2024, שאלון: 36282

מוגש ע"י צוות מורי הפיזיקה של "יואל גבע"

הערות:

1. התשובות המוצגות כאן הן בגדר הצעה לפתרון השאלון.
2. תיתכנה תשובות נוספות, שאינן מוזכרות כאן, לחלק מהשאלות.

הנבחים נדרשו לענות על שלוש מהשאלות 1-5

שאלה מספר 1:

סעיף א'

תדירות f_1 גדולה מתדירות f_2 .

לפי התרשים, אורך הגל בתרשים א' קטן יותר (באותו המרחק d נכנסים יותר מחזורים של הגל). לפי הקשר $v = \lambda f$ ומכך שהמהירות קבועה בתווך אחיד (מים) נסיק שהתדירות בתרשים א' גדולה יותר.

סעיף ב'

נשתמש בתנאי להתאבכות בונה $\Delta r = n\lambda$. הנקודה A נמצאת על קו מקסימום מסדר ראשון $n = 1$ ונוכל לרשום $\Delta r = \lambda$. $\Delta r = 30\text{cm} - 29\text{cm} = 1\text{cm}$. $\lambda = 1\text{cm}$.

סעיף ג'

נקודה B – מתרחשת התאבכות בונה. בנקודה זו נפגשים שני גלים באותו המופע.
נקודה C – מתרחשת התאבכות הורסת. בנקודה זו נפגשים שני גלים במופע מנוגד.

סעיף ד'

נציב במשוואה $f = \frac{v}{\lambda}$ ונקבל $f = 3\text{ Hz}$

סעיף ה'

נגדיל את המרחק בין המקורות.

סדר ההתאבכות המקסימאלי מקיים $n \leq \frac{d}{\lambda}$. עם הגדלת המרחק יתאפשרו יותר סדרי

התאבכות ורוחב הפס של כל אחד מהם יהיה קטן יותר.

למידע על פסיכומטרי
ביואל גבע ←

הזדמנות לעתודה יש פעם בחיים.
אל תתפשר עליה.



שאלה מספר 2:
סעיף א'

תבנית ההתאבכות בצבע A היא של אור אדום.

לפי נוסחת יאנג יש יחס ישר בין רוחב הפס לבין אורך הגל ובתבנית A רוחב הפס גדול יותר המתאימה לאורך גל גדול יותר- אדום.

סעיף ב'

נשווה את הביטויים עבור קווי המינימום בהתאבכות משני מקורות שווי מופע:

$$\sin \theta_n = \left(n - \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{d}$$

לפי התבנית הנתונה קו המינימום מסדר 3 של האדום מתלכד עם קו המינימום מסדר 4 של הכחול.

$$\text{מתקבלת המשוואה } 2.5 \frac{\lambda_R}{d} = 3.5 \frac{\lambda_B}{d} \text{ . נתון כי } \lambda_R = \lambda_B + 200$$

נפתור את מערכת המשוואות עבור אורכי הגלים ונקבל $\lambda_B = 500\text{nm}$, $\lambda_R = 700\text{nm}$

* הערת הפותרים: ניתן לפתור סעיף זה גם עם שימוש בנוסחת יאנג.

סעיף ג'

$$\text{לפי קירוב יאנג } d = \lambda \cdot \frac{L}{\Delta x} \text{ . נציב את הערכים הידועים ונקבל } d = 9.375 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

סעיף ד'

ההיגד הנכון הוא ההיגד 3: כאשר המרחק d בין החריצים גדל פי 2, רוחב פס האור האדום ורוחב פס האור הכחול קטנים פי 2 (לפי נוסחת יאנג יש יחס הפוך בין d לבין רוחב הפס).

סעיף ה'

מקורות אור קוהרנטיים הם מקורות אור שיש ביניהם הפרש מופע קבוע. על מנת ליצור תבנית התאבכות של אור יש להביא את שני המקורות מתוך מקור אור יחיד המפוצל דרך סדקים.



שאלה מספר 3:

סעיף א'

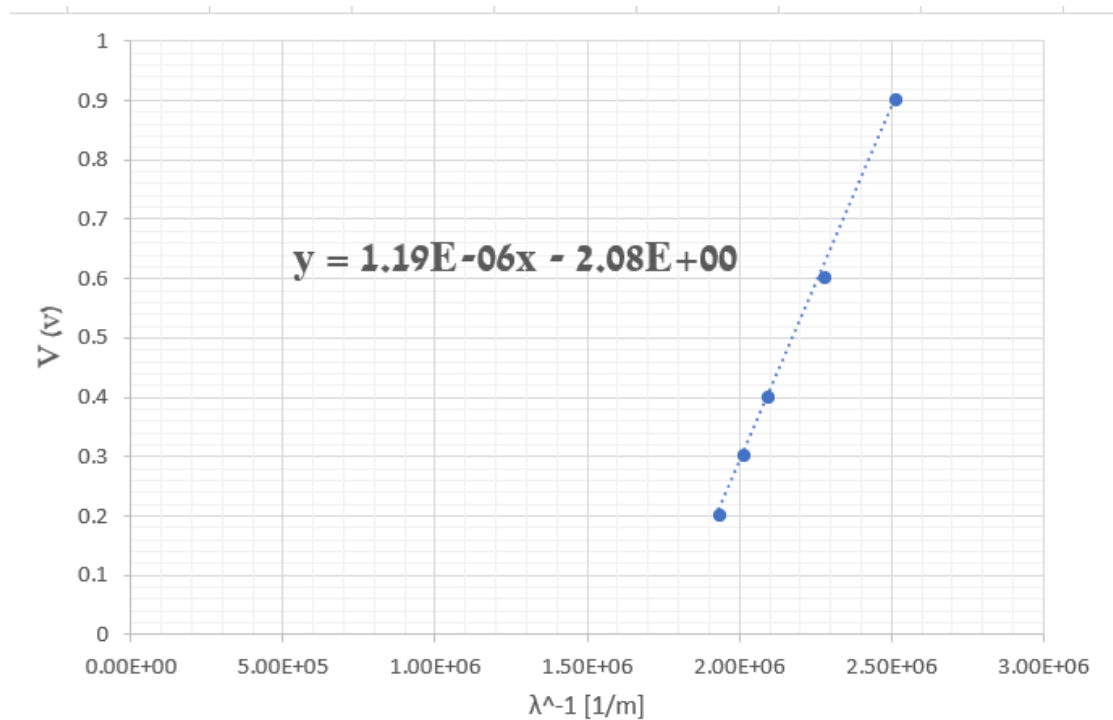
משימור אנרגיה נובע כי $E_k^{\max} = eV$ ולפי נוסחת האפקט הפוטואלקטרי $E_{ph} = E_k + B$.

יחד עם השערת פלנק $E_{ph} = hf$ והקשר $c = \lambda f$ נקבל:

$$V = \frac{hc}{e} \cdot \frac{1}{\lambda} - \frac{B}{e}$$

סעיף ב'

גרף של מתח העצירה כפונקציה של המשתנה החדש:



סעיף ג'

על פי המשוואה שכתבנו בסעיף א' השיפוע של הגרף הוא $S = \frac{hc}{e}$. נשווה לשיפוע קו המגמה,

מתקבלת התוצאה $h = 6.34 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

למידע על פסיכומטרי
ביואל גבע ←

הזדמנות לעתודה יש פעם בחיים.
אל תתפשר עליה.



סעיף ד' (1)

נקודת החיתוך עם ציר מתח העצירה משמעותה הפיזיקלית היא מתח מינימאלי אשר יעצור פוטון בעל אנרגיה קינטית השווה לפונקציית העבודה. ערכו המספרי של מתח זה זהה לערך המספרי של פונקציית העבודה ביחידות אלקטרון-וולט.

סעיף ד' (2)

לפי משוואת קו המגמה ערך נקודת החיתוך הוא $-2.083V$.

סעיף ה'

נחשב את תדירות הסף לפי $hf_0 = B$ ונציב את הערכים שהצגנו בפתרון השאלה, כך נקבל

$$f_0 = 5.26 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$



שאלה מספר 4

סעיף א'

הפוטונים לא יעוררו לרמה זו.

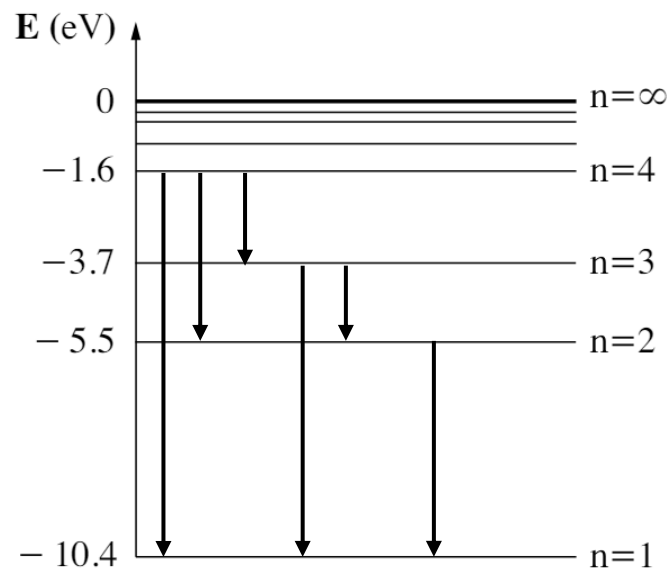
במקרה של עירור על-ידי בליעת פוטון דרושה אנרגיה השווה בדיוק להפרש בין רמות האנרגיה של האטום. במקרה של אטום הכספית ההפרש בין רמת היסוד לרמה המעוררת הראשונה הוא

$$\Delta E_{2-1} = -5.5 - (-10.4) = 4.9 \text{ eV}$$

סעיף ב'

האנרגיה המינימאלית הדרושה על מנת ליינן את האטום היא 10.4 eV.

סעיף ג'



סעיף ד'

תחום האנרגיות של פוטונים באור הנראה הוא מ- 1.77 eV ועד 3.1 eV . בתחום זה נמצאים המעברים מרמה $n = 3$ לרמה $n = 2$ ומרמה $n = 4$ ל- $n = 3$.

$$\Delta E_{3-2} = -3.7 - (-5.5) = 1.8 \text{ eV}$$

$$\Delta E_{4-3} = -1.6 - (-3.7) = 2.1 \text{ eV}$$

האנרגיות של הפוטונים באור הנראה הן 1.8 eV , 2.1 eV .

סעיף ה'

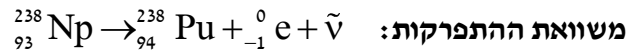
$$\Delta E_{1-2} = -5.5 - (-10.4) = 4.9 \text{ eV}$$

$$\Delta E_{1-3} = -3.7 - (-10.4) = 6.7 \text{ eV}$$

$$\Delta E_{1-4} = -1.6 - (-10.4) = 8.8 \text{ eV}$$

האנרגיות של הפוטונים בספקטרום הבליעה הן 4.9 eV , 6.7 eV , 8.8 eV .



שאלה מספר 5**סעיף א'****סעיף ב'**

לפי הקשר $R_0 = \lambda \cdot N_0$ והקשר $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ נקבל

$R_0 = 5 \cdot 10^{15} \text{ Bq}$ ולסיכום $R_0 = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot N_0 = \frac{\ln 2}{88 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} \cdot 2 \cdot 10^{25}$

סעיף ג'

נשתמש ביטוי עבור מספר גרעיני האב שנותרו כעבור זמן t : $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

$N_{\text{NP}} = 1.85 \cdot 10^{25}$ והתוצאה היא $N_{\text{NP}} = 2 \cdot 10^{25} \cdot e^{-\frac{\ln 2}{88} \cdot 10}$

סעיף ד'**גרף 3.**

מכיוון שעבור כל זמן מחצית חיים קטנה כמות גרעיני האב פי 2.

סעיף ה'

לחלקיק α חדירות יחסית קצרה באוויר, לחלקיק β חדירות יחסית בינונית באוויר ורק לחלקיק γ חדירות יחסית ארוכה באוויר.

