



פתרון בחינת הבגרות בפיזיקה – קרינה וחומר

קיץ תשע"ח, 2018, שאלונים: 657, 36003
מוגש ע"י צוות המורים של "יואל גבע"

הערות:

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

הנבחנים נדרשו לענות על שלוש מהשאלות 1 – 5

שאלה מספר 1:

סעיף א'

לפסים ב' ו-ח'.

מהתנאי להתאבכות בונה $|S_1P - S_2P| = n\lambda$.

האור הגיע במסלול ארוך יותר ב- 3λ . זאת מכיוון שפסים אלה הם הפסים מהסדר השלישי מהפס המרכזי (פס ה').

סעיף ב'

למקום שבין הפסים ג' ו-ד' ובין הפסים ו' ו-ז'.

מהתנאי להתאבכות הורסת $|S_1P - S_2P| = (n - \frac{1}{2})\lambda$.

MY.GEVA.CO.IL

לפרטים לחצו כאן!

תיכונים, אתם לא לבד!

הכירו את MY.GEVA סרטוני הסבר שיכינו אתכם ביעילות לבגרות במתמטיקה



סעיף ג'

נבחר מספר מקסימאלי של פסי אור: $\Delta x = \frac{3.3-0.1}{9} = 0.356 \text{ cm} = 3.56 \text{ mm}$

סעיף ד'

נשתמש בקשר של יאנג לחישוב פס אור: $\frac{\Delta x}{L} = \frac{\lambda}{d}$

$$\lambda = \frac{\Delta x \cdot d}{L} = \frac{3.56 \cdot 10^{-3} \cdot 0.2 \cdot 10^{-3}}{1.2} = 593 \text{ nm}$$

$$\lambda = 593 \text{ nm}$$

סעיף ה'

בעבור סריג עקיפה בתמונת ההתאבכות נקבל פסי אור צרים וחזקים ולכן קל יותר למצוא את מרכז פס האור בתמונה החדה. בנוסף בתמונת סריג העקיפה הזוויות להתאבכות הבונה גדולות יותר (וכך המרחק מהפס המרכזי) ולכן הגדלים הנמדדים גדולים יותר – מה שמקטין את השגיאה היחסית במדידה.

סעיף ו'

מנוסחת הסריג:

$$\begin{cases} N^x = \frac{1}{d} \\ \sin \theta_n = n N^x \lambda \end{cases}$$

$$\rightarrow \sin \theta_n = n \cdot \frac{1}{d} \lambda$$

מנוסחאת התנאי להתאבכות בונה משני מקורות: $\sin \theta_n = n \frac{\lambda}{d}$

אנו רואים כי שני הקשרים לזווית התאבכות בונה מהסריג ומשני מקורות זהים לחלוטין, ולכן הזוויות להתאבכות בונה זהות בשני המקרים. ומכאן גם המרחק שבין נקודות המקסימום למרכז המסך בשני המקרים שווה.



שאלה מספר 2:

סעיף א'

כדי שיווצר זרם בתא הפוטואלקטרי, נבקש כי אורכי הגל יהיו קטנים מאורך הגל המתאים לתדירות הסף. לכן רק בעבור האלומת $\lambda_1 = 200 \text{ nm}$ ו- $\lambda_2 = 450 \text{ nm}$ ייווצר זרם.

סעיף ב'

פונקציית העבודה היא האנרגיה המינימלית הנדרשת על מנת לשחרר אלקטרון מהמתכת.

סעיף ג'

עבור $\lambda_0 = 539 \text{ nm}$

$$E_{pn} = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})} = \frac{1240}{539} = 2.3 \text{ eV}$$

נשתמש בקשר של אינשטיין לאפקט הפוטואלקטרי: $E_{pn} = B + E_k$

$$2.3 = B + 0$$

$$B = 2.3 \text{ eV}$$

סעיף ד'

נשתמש בקשר של אינשטיין לאפקט הפוטואלקטרי: $E_{pn} = B + E_k$

$$E_{pn} = 2.3 + 0.5$$

$$E_{pn} = 2.8 \text{ eV}$$

$$hf = 2.8 \text{ eV}$$

מציב את קבוע פלאנק ביחידות של eV: $4.14 \cdot 10^{-15} f = 2.8$

$$f = 6.76 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$



סעיף ה'

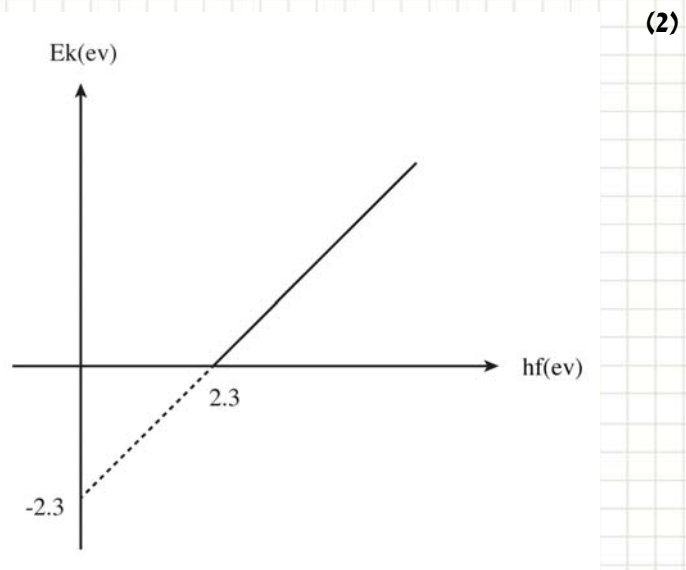
(1) נשתמש בקשר של אינשטיין לאפקט הפוטואלקטרי: $E_{pn} = B + E_k$

$$hf = B + E_k$$

$$E_k = hf - B$$

$$E_k = 1 \cdot hf - B$$

לכן שיפוע הגרף צריך להיות של 45° ומכאן גרף I.



שאלה מספר 3:

סעיף א'

ספקטרום הבליעה מתקבל בשל בליעת פוטונים מאלומת הקרינה הפוגעת בגז, פוטונים המתאימים להפרשי רמות אנרגיה באטומי הגז. ולכן הם חסרים (נמצאים בכמות קטנה יותר) באלומה היוצאת מהגז. הפליטה של אותם אורכי גל היא ללא כיוון מועדף ולכן רק חלק קטן ממנה יהיה בכיוון האלומה היוצאת מהגז.

MY.GEVA.CO.IL

לפרטים לחצו כאן!

תיכונים, אתם לא לבד!

הכירו את MY.GEVA סרטוני הסבר שיכינו אתכם ביעילות לבגרות במתמטיקה



סעיף ב'

אנרגיית היינון מתאימה לאורך הגל $\lambda = 119.2 \text{ nm}$, אשר ממנו כל אורכי הגל נבלעים בגז ולכן מיננים אותו.

$$E_{\text{ph}} = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})} = \frac{1240}{119.2} = 10.4 \text{ eV} : \text{ נמצא את האנרגיה המתאימה לאורך גל זה}$$

ולכן אנרגיית היינון היא אנרגיה של 10.4 eV .

סעיף ג'

נחשב את האנרגיה המתאימה לקווי הבליעה הנתונים בשאלה:
אנרגיות אלה שווה להפרשי האנרגיה שבין המסלולים השונים של האלקטרון.

$$E_{(\text{ev})} = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})} = \frac{1240}{140.3} = 8.84 \text{ eV} = \Delta E_1$$

$$E_{(\text{ev})} = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})} = \frac{1240}{185.9} = 6.67 \text{ eV} = \Delta E_2$$

$$E_{(\text{ev})} = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})} = \frac{1240}{255.15} = 4.86 \text{ eV} = \Delta E_3$$

כאשר אנרגיית מצב היסוד היא אנרגיית היינון:

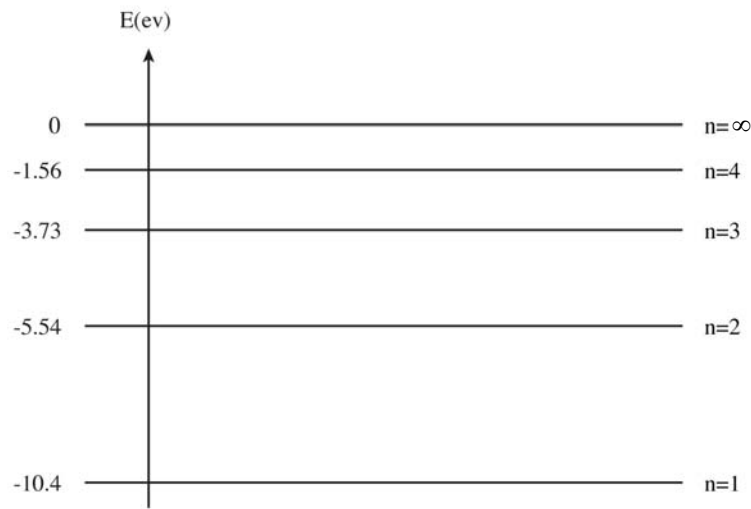
$$E_1 = -10.4 \text{ eV}$$

$$E_2 = -10.4 + 4.86 = -5.54 \text{ eV}$$

$$E_3 = -10.4 + 6.67 = -3.73 \text{ eV}$$

$$E_4 = -10.4 + 8.84 = -1.56 \text{ eV}$$





סעיף ד'

עפ"י אנרגיית היינון, אורך הגל המינימלי הפוגע בגו $\lambda = 100 \text{ nm}$.

$$E_{k_{\max}} = E_{\text{ph}_{\max}} - E_{\text{ion}} = \frac{1240}{100} - 10.4 = 2 \text{ eV}$$

הכספית והביטוי לאנרגיית היינון:

$$E_k = \frac{1}{2} m_e v^2$$

מהביטוי לאנרגיה הקינטית:

$$2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} = \frac{1}{2} \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \cdot v^2$$

$$v = 8.38 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

MY.GEVA.CO.IL

לפרטים לחצו כאן!

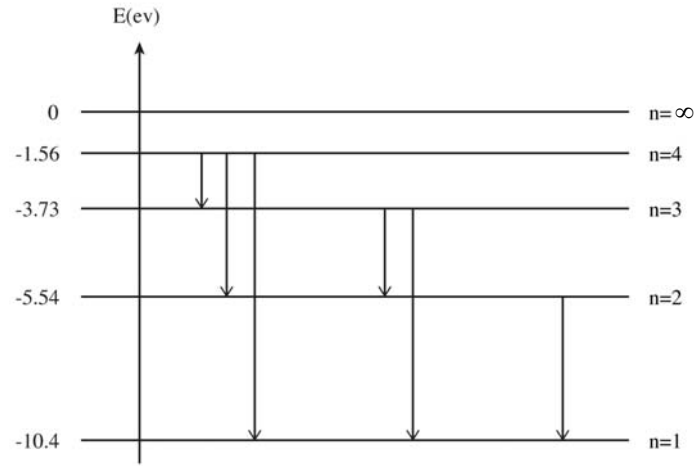
תיכונים, אתם לא לבד!

הכירו את MY.GEVA סרטוני הסבר שיכינו אתכם ביעילות לבגרות במתמטיקה



סעיף ה'

(1)



(2) נשתמש בקשר: $\Delta E = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})}$

$\Delta E_{4 \rightarrow 3} = 3.73 - 1.56 = 2.17 \text{ eV}$

$\Delta E_{3 \rightarrow 2} = 5.54 - 3.73 = 1.81 \text{ eV}$

שאר האנרגיות שייכות לפוטונים שאינן בתחום האור הנראה.

שאלה מספר 4:

סעיף א'

בתוך הגרעין פועל הכוח החזק שהינו כוח משיכה משמעותי בעבור מרחקי הנוקליאונים

$(10^{-15} \text{ m} = 1 \text{ fm})$

סעיף ב'



סעיף ג'

תשובה 3 - האנרגיה של מערכת החלקיקים במצב 1 קטנה מזו שבמצב 2

(מערכת קשורה זו מערכת שהאנרגיה הכוללת שלה קטנה מסכום האנרגיות של מרכיביה במצב

שבו הם רחוקים זה מזה ונמצאים במנוחה).



סעיף ד'

נחשב את הפרשי המסות:

$$\begin{aligned} \Delta m &= (\sum m \text{ רכיבים} - M \text{ אטום}) = \\ &= 2m_p + 2m_n + 2m_e - M({}_2^4\text{H}) = 2 \cdot 1.007276u + 2 \cdot 1.008665u + 2 \cdot 0.000549u - 4.002602u = 0.030378u \end{aligned}$$

מהקשר של איינשטיין לאנרגיה-מסה

$$E = \Delta mc^2 = 0.030378 \cdot 931.494 \frac{\text{Mev}}{c^2} \cdot c^2 = 28.297 \text{ Mev}$$

סעיף ה'

משפט 2: על פי אנרגיית הקשר חלקי מספר הנוקליאונים.

שאלה מספר 5:

סעיף א'

בסימון ${}_Z^A X$

A = 90 - מספר המסה: כמות הנוקליאונים שבגרעין.

Z = 38 - המספר האטומי: כמות הפרוטונים שבגרעין.

סעיף ב'

זמן המחצית החיים הנתון הוא של 29 שנים.

הפעילות ירדה ל- $\frac{R_0}{8}$ ב-3 זמני מחצית החיים (לפי השרטוט הנתון), ולכן $t = 87 \text{ years}$.

סעיף ג'

נחשב תחילה את מסת האטום: $m = m_p \cdot Z + m_n (A - Z) + m_e \cdot Z =$

כאשר בתרגיל זה נשתמש בקירוב כי $m_p \approx m_n$

$$= m_p \cdot A + m_e \cdot Z = 90 \cdot 1.67 \cdot 10^{-27} + 38 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} = 1.503 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$$

$$N_0 = \frac{M}{m} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{1.503 \cdot 10^{-25}} = 1.33 \cdot 10^{22}$$



סעיף ד'

(1) מהנתון לזמן מחצית החיים: $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{\ln 2}{29.365 \cdot 24 \cdot 60^2} = 7.58 \cdot 10^{-10} \frac{1}{\text{S}}$$

(2) $R_0 = N_0 \lambda = 1.33 \cdot 10^{22} \cdot 7.58 \cdot 10^{-10} = 1.008 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$

סעיף ה'

