



## פתרון בחינת הבגרות בפיזיקה – קרינה וחומר

קיץ תשע"ח, 2018, שאלון: 36282  
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

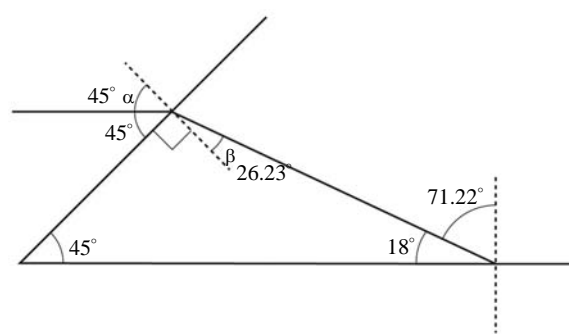
### שאלה מספר 1:

#### סעיף א'

נשתמש בחוק סנל לחישוב זווית השבירה:  $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$   
 $1 \sin 45 = 1.6 \sin \beta \rightarrow \beta = 26.23^\circ$

#### סעיף ב'

נמצא את זווית הפגיעה בפאה BC



השלמת זווית ב-  $\Delta BB'C'$  ונקבל כי זווית הפגיעה בדופן BC היא  $71.22^\circ$ .

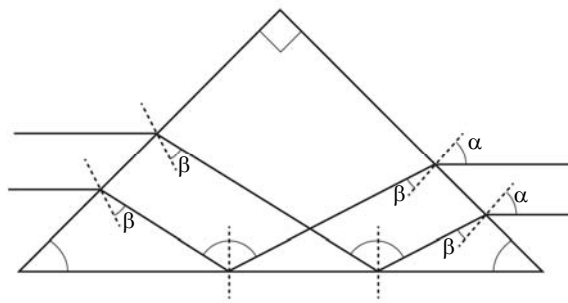
לפי חוק סנל:  $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$

$$1.6 \sin 71.22 = 1 \sin \beta \rightarrow \sin \beta = 1.51$$

מכיוון ש-  $-1 \leq \sin \beta \leq 1$ , המשוואה שקיבלנו ללא פתרון ומכאן אין שבירה של הקרן מחוץ לפאה – החזרה מלאה.

### סעיף ג'

(1)



(2) מכיוון שזווית הפגיעה בפאה BC שווה לזווית ההחזרה והסימטריה של ה- $\Delta ABC$  כמשולש שווה שוקיים.

הקרניים  $R_1$  ו- $R_2$  פוגעות בדופן AC באותה זווית  $\beta = 26.23^\circ$ , לכן מעיקרון הפיכות מהלך הקרניים.

האלומה שיוצאת דרך הפאה AC תצא במקביל לאלומה הפוגעת ב-AB.

### סעיף ד'

הקרן  $R_1$  נמצאת מתחת לקרן  $R_2$ .

זאת ניתן לראות בתרשים שציירנו בסעיף ג'(1).



## שאלה מספר 2:

### סעיף א'

לפסים ב' ו-ח'.

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

האור הגיע במסלול ארוך יותר ב-  $3\lambda$ . 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  $|S_1P - S_2P| = (n - \frac{1}{2})\lambda$ .

### 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'

$$\begin{cases} N^x = \frac{1}{d} \\ \sin \theta_n = nN^x \lambda \end{cases} \quad \text{מנוסחת הסריג:}$$

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

מנוסחאות 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 הזווית להתאבכות בונה זהות בשני המקרים. ומכאן גם המרחק שבין נקודות המקסימום למרכז המסך בשני המקרים שווה.

שאלה מספר 3:

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:  $E_{pn} = B + E_k$ .

בעבור תדר הסף:  $2.3 = B + 0$

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



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'

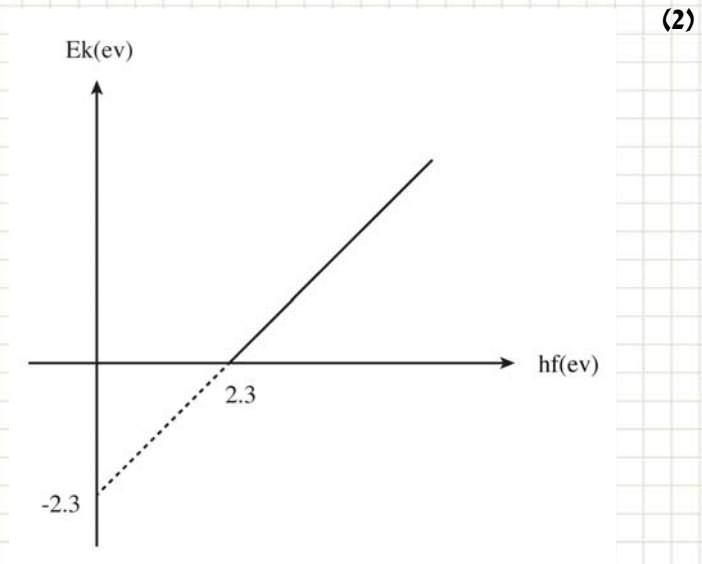
(1) נשתמש בקשר של אינשטיין לאפקט הפוטואלקטרי:  $E_{pn} = B + E_k$

$$hf = B + E_k$$

$$E_k = hf - B$$

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

לכן שיפוע הגרף צריך להיות של  $45^\circ$  ומכאן גרף I.



שאלה מספר 4:

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.

סעיף ב'

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

$$E_{\text{pn}} = \frac{1240}{\lambda(\text{nm})} = \frac{1240}{119.2} = 10.4 \text{ eV} : \text{ זהו אורך גל זה.}$$

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:

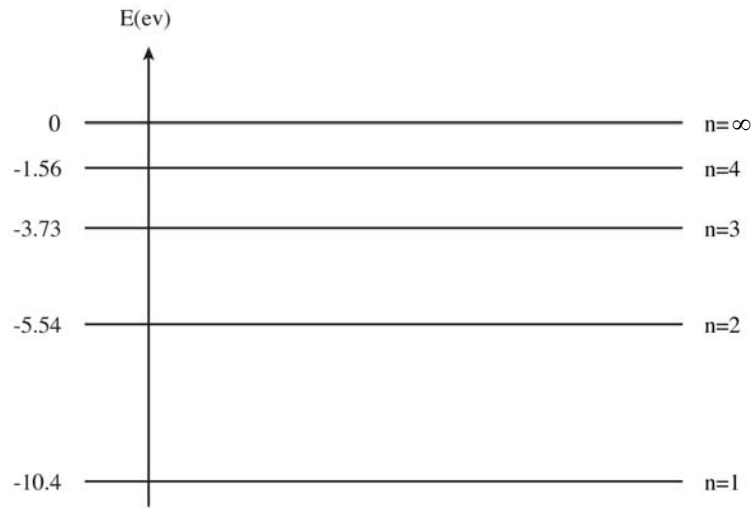
$$E_1 = -10.4 \text{ eV}$$

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

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

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





### סעיף ד'

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

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

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!

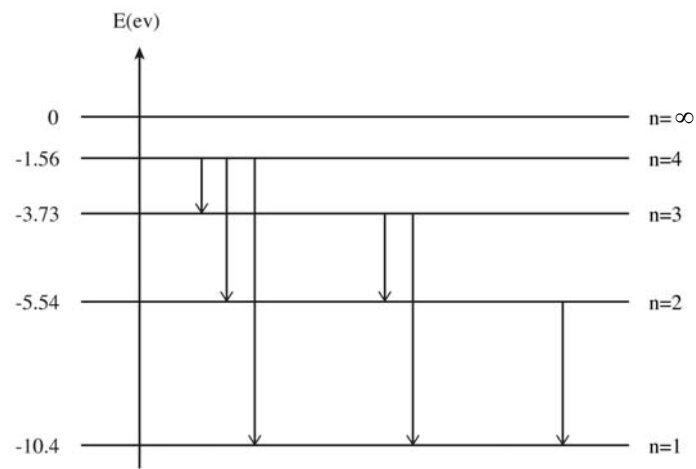
תיכונים, אתם לא לבד!

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 5:

סעיף א'

בסימון  ${}^A_Z X$

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  $t = 87 \text{ years}$ .

MY.GEVA.CO.IL

לפרטים לחצו כאן!

תיכונים, אתם לא לבד!

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





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:  $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{\ln 2}{29 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60^2} = 7.58 \cdot 10^{-10} \frac{1}{\text{s}}$$

(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'

