

א) ארבע רמות האנרגיה הראשונות של אטום המימן הן:

$$n=1 \rightarrow -13.6\text{eV} , n=2 \rightarrow -13.6/2^2 = -3.4\text{eV} , n=3 \rightarrow -13.6/3^2 = -1.5\text{eV} , n=4 \rightarrow -13.6/4^2 = -0.85\text{eV}$$

ב) כמה קווים ספקטראליים ייפלטו מאטומים של גז מימן אשר עוררו לרמה $n=3$?

בחלק מאטומי המימן יחזור האלקטרון ישירות מרמה 3 לרמה 1, ובאחרים הוא יחלוף דרך רמה 2:

$$\lambda_{3 \rightarrow 1} , \lambda_{3 \rightarrow 2} , \lambda_{2 \rightarrow 1} \text{ שלושה קווים ספקטראליים (או "אורכי גל", או "תדרים").}$$

ג) כמה אנרגיה קינטית תישאר לאלקטרון לאחר שיעבור דרך עננת גז של אטומי מימן, אם האנרגיה הקינטית ההתחלתית שלו היא 11eV ? נחשב קודם כל את ההפרשים שבין רמות האנרגיה (ראה סעיף א):

$$|\Delta E_{1 \rightarrow 2}| = 13.6 - 3.4 = 10.2\text{eV} , \text{ לאלקטרון הפוגע יש } 11\text{eV} - \text{ מספיק כדי להשקיע } 10.2\text{eV} \text{ בעירור אטום מימן לרמה}$$

$n=2$ ולהיות עם אנרגיה קינטית בת 0.8eV .

$$|\Delta E_{1 \rightarrow 3}| = 13.6 - 1.5 = 12.1\text{eV} , \text{ לאלקטרון הפוגע אין מספיק אנרגיה קינטית בכדי לעורר אטום מימן לרמה } n=3,$$

ובודאי לא לרמות גבוהות יותר

האפשרויות הן לפיכך אלה:

1) האלקטרון חולף דרך עננת הגז ולא פוגע באף אטום מימן – ז"א לא מאבד אנרגיה ויוצא עם 11eV.

2) האלקטרון פוגע באטום מימן, משקיע 10.2eV בעירורו לרמה $n=2$ ויוצא עם 0.8eV.

פתרון 2:

א) מהו אורך הגל המקסימאלי שיצליח ליינן אטום מימן? כדי לשחרר את האלקטרון מאטום מימן יש להעלותו מרמה $n=1$

שבה האנרגיה היא 13.6eV לרמה $n=\infty$ שבה האנרגיה היא 0eV, ז"א יש להשקיע 13.6eV לפחות.

$$\lambda = \frac{12400}{E_{ph}} = \frac{12400}{13.6} = 912\text{\AA} \text{ הוא: } 13.6\text{eV} \text{ יש לפוטון יש } 13.6\text{eV}$$

לכל גל קצר יותר (תדירות גבוהה יותר) יש אנרגיה גבוהה מ-13.6eV, ולכן הוא יעניק לאלקטרון המשוחרר גם "בנוסף"

של אנרגיה קינטית (בטרמינולוגיה של האפקט הפוטו-אלקטרי, ניתן לומר שיעבור מימן $\lambda_{TH}=912\text{\AA}$).

לסיכום, ישנם אינסוף אורכי גל שיצליחו לשחרר את האלקטרון מאטום מימן - כל אלה הקצרים מ-912\AA.

ב) מהו אורך הגל המקסימאלי שיעלה את האלקטרון של אטום מימן לרמה $n=2$?

כאן למילה "מקסימאלי" אין משמעות! רק אורך הגל אשר בו לפוטון ישנה בדיוק האנרגיה השווה להפרש האנרגטי

שבין הרמות $n=1$ ו- $n=2$ יצליח לבצע את המשימה. הפרש זה הוא $|\Delta E_{1 \rightarrow 2}| = 13.6 - 3.4 = 10.2\text{eV}$ ולכן אורך הגל

$$\text{הנדרש הוא: } \lambda = \frac{12400}{E_{ph}} = \frac{12400}{10.2} = 1216\text{\AA} . \text{ רק אורך גל זה יעלה את אלקטרון אטום המימן לרמה } n=2 .$$

פתרון 3:

נתונות ארבע רמות אנרגיה של חומר מסוים:

0 eV	_____
-1.4 eV	_____
-3.1 eV	_____
-6.5 eV	_____
-14.2 eV	_____

א) מהי אנרגיית הקשר (היינון) של החומר?

זוהי האנרגיה הדרושה לשחרור אלקטרון מהאטום – 14.2eV

ב) מהו אורך הגל שיעורר את האטום לרמה השנייה?

$$\Delta E_{1 \rightarrow 2} = 7.7\text{eV} \Rightarrow \lambda = 12400/7.7 = 1610\text{\AA}$$

ג) מהם הקווים הספקטראליים (אורכי הגל) שיתקבלו מעירור האטום לרמה הרביעית?

$$\Delta E_{2 \rightarrow 1} = 7.7\text{eV} \Rightarrow \lambda = 12400/7.7 = 1610\text{\AA} \text{ UV}$$

$$\Delta E_{3 \rightarrow 1} = 11.1\text{eV} \Rightarrow \lambda = 12400/11.1 = 1117\text{\AA} \text{ UV}$$

$$\Delta E_{4 \rightarrow 1} = 12.8\text{eV} \Rightarrow \lambda = 12400/12.8 = 969\text{\AA} \text{ UV}$$

$$\Delta E_{3 \rightarrow 2} = 3.4\text{eV} \Rightarrow \lambda = 12400/3.4 = 3647\text{\AA} \text{ UV}$$

$$\Delta E_{4 \rightarrow 2} = 5.1\text{eV} \Rightarrow \lambda = 12400/5.1 = 2431\text{\AA} \text{ UV}$$

$$\Delta E_{4 \rightarrow 3} = 1.7\text{eV} \Rightarrow \lambda = 12400/1.7 = 7294\text{\AA} \text{ IR}$$

ד) האור הנראה משתרע על פני תחום אורכי הגל $4000\text{\AA} - 7000\text{\AA}$. לפיכך אף לא אחד מאורכי הגל שחושבו בסעיף ג'

נמצא בתחום הנראה (יהיו שיטעמו כי $\lambda=7294\text{\AA}$ נמצא עדיין בתחום הנראה – אדום עמוק, תלוי את מי שואלים...)