

כימיה פיזיקלית 2 – תרגיל מספר 2

1. אורך גל דה-ברולי (נקי) 25

חשבו את אורך גל דה-ברולי למערכות הבאות:

- א. כדור בעל משקל של 1 gr הנורה במהירות של 300 מטר/שנייה.
- ב. חלקיק בעל מסה של 10^{-6} gr הנע במהירות של 10^{-6} מטר/שנייה.
- ג. חלקיק בעל מסה של 10^{-10} gr הנע במהירות של 10^{-10} מטר/שנייה.
- ד. מולקולת H_2 בעלת אנרגיה קינטית השווה ל- $3/2 \cdot K_B T$ בטמפרטורה $T=20K$.

2. אופרטורים (נקי) 25

$$\hat{D} = \frac{d}{dx}$$

א. מהן הפונקציות העצמיות ומהם הערכים העצמיים של האופרטור?

$$ב. \text{ הוכיחו כי מתקיים: } (\hat{D} + \hat{x})(\hat{D} - \hat{x}) = \hat{D}^2 - \hat{x}^2 - \hat{1}$$

3. יחסי חילוף (נקי) 25

הוכיחו כי מתקיימים הקשרים הבאים: $\hat{A}, \hat{B}, \hat{C}$ שלושה אופרטורים כלשהם:

$$א. [\hat{A}, \hat{B}] = -[\hat{B}, \hat{A}]$$

$$ב. [\hat{A}^m, \hat{A}^n] = 0 \text{ לכל } n, m \text{ שלמים ממשיים.}$$

$$ג. [\hat{A}, [\hat{B}, \hat{C}]] + [\hat{B}, [\hat{C}, \hat{A}]] + [\hat{C}, [\hat{A}, \hat{B}]] = 0$$

$$ד. \text{ אם ורק אם } \hat{A}, \hat{B} \text{ חלופיים אזי: } (\hat{A} + \hat{B})^2 = \hat{A}^2 + 2\hat{A} \cdot \hat{B} + \hat{B}^2$$

4. ערכי תצפית (נקי) 25

ערך התצפית של אופרטור כלשהו ניתן ע"י הביטוי: $\langle \hat{A} \rangle = \int \Psi^* \hat{A} \Psi d\tau$

א. חשבו את ערכי התצפית הבאים עבור חלקיק בקופסא חד-ממדית: $\langle \hat{x} \rangle, \langle \hat{x}^2 \rangle, \langle \hat{P}_x \rangle, \langle \hat{P}_x^2 \rangle$.

$$ב. \text{ מהן אי הודאויות בתנע ובמיקום? השתמשו בהגדרה הבאה: } \Delta \hat{A} \equiv \sqrt{\langle \hat{A}^2 \rangle - \langle \hat{A} \rangle^2}$$

ג. עבור איזה n אי הודאויות הנ"ל מינימליות? האם מתקיים עקרון אי-הודאות?

$$\Psi_n(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{l}} \sin\left(\frac{n\pi x}{l}\right) & 0 \leq x \leq l \\ 0 & \text{אחר } x \end{cases}$$

כאשר l אורך הקופסא ו- $n=1,2,3,\dots$

כימיה פיזיקלית 2 – תרגיל כיתה מספר 2

1. חשבו את אורך גל דה-ברולי של:
 - א. אצן 100 מ' השוקל 70 ק"ג. ($9.47 \cdot 10^{-37} \text{ m}$)
 - ב. אלקטרון אשר הואץ בהפרש פוטנציאלים של 100V. (0.1226nm)
2. אופרטור המיקום ניתן ע"י \hat{x} ואופרטור התנע המתאים הנו $\hat{P}_x = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$. חשבו את יחס החילוף בין שני אופרטורים אלו. ($i\hbar$)
3. מהו ערך התצפית של אופרטור האנרגיה הקינטית של חלקיק בקופסא חד ממדית? $\left(\frac{n^2 h^2}{8ml^2} \right)$