

כימיה פיזיקלית 2 – תרגיל מספר 2

1. (25 נק') אורך גל דה-ברולי

- חשבו את אורך גל דה-ברולי למערכות הבאות:
- כדור בעל משקל של 1gr הנורה במהירות של 300 מטר/שניה.
 - חלקיק בעל מסה של 10^{-6} gr הנע במהירות 10^{-6} מטר/שניה.
 - מולקולת C_{60} בעלת אנרגיה קינטית השווה ל- $3/2 K_B T$ בטמפרטורה $T=1000K$.
 - אלקטרון הנע במהירות 10^8 מטר/שניה.
 - מולקולת H_2 בעלת אנרגיה קינטית השווה ל- $3/2 K_B T$ בטמפרטורה $T=20K$.
 - מצאו ב textbook או באינטרנט מהם אורכי הגל האופייניים של קרינת X, וקרינת מיקרו.

2. (25 נק') אופרטורים

$$\hat{D} = \frac{1}{x} \frac{d}{dx}$$

א. מהן הפונקציות העצמיות ומהם הערכים העצמיים של האופרטור?

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

3. (25 נק') יחסי חילוף

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

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

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

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

$$ד. (\hat{A} + \hat{B})(\hat{A} - \hat{B}) = \hat{A}^2 - \hat{B}^2 \text{ אם ורק אם } \hat{A}, \hat{B} \text{ חילופיים.}$$

ה. מהו יחס החילוף $[\hat{D}, \hat{x}]$ כאשר \hat{D} הוא האופרטור משאלה 2.

4. (25 נק') ערכי תצפית

ערך התצפית של אופרטור כלשהו ניתן ע"י הביטוי: $\langle \hat{A} \rangle = \langle \Psi | \hat{A} | \Psi \rangle = \int \Psi^*(x) \hat{A} \Psi(x) dx$

א. מהם ערכי התצפית $\langle \hat{x} \rangle, \langle \hat{x}^2 \rangle, \langle \hat{p} \rangle, \langle \hat{p}^2 \rangle$ עבור פונקצית גל גאוסיינית: $\Psi(x) = \left(\frac{1}{\pi\sigma}\right)^{1/4} e^{-\frac{x^2}{2\sigma}}$.

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

ג. איזה תנאי צריך לקיים σ ע"מ שעקרון אי הודאות יתקיים?

הנחיה: פונקצית הגל מנורמלת, כלומר $\langle \Psi | \Psi \rangle = \int \Psi^*(x) \Psi(x) dx = 1$

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: $\left(\frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2ml^2} \right)$