

שאלה 1

נתון חומר חד מימדי הבנוי משלושה אטומים בכל תא יחידה פרימיטיבי. הפוטנציאל שמשרים האטומים על האלקטרונים נתון ע"י:

$$U(x) = U_0 a \sum_n \left[2\delta(x - na) - \delta\left(x - \left(n + \frac{1}{4}\right)a\right) - \delta\left(x - \left(n + \frac{3}{4}\right)a\right) \right]$$

כאשר $U_0 \ll \frac{\hbar^2 \pi^2}{2ma^2}$ ו m מסת אלקטרון חופשי.

א. מהו פער האנרגיה בקצה איזור ברילואין הראשון (בסביבת האנרגיה $\frac{\hbar^2 \pi^2}{2ma^2}$) בקירוב

הפוטנציאל החלש?

ב. מהי המסה האפקטיבית של האלקטרונים בתחתית הפס הנמצא מעט מעל לאנרגיה $\frac{\hbar^2 \pi^2}{2ma^2}$?

ג. מהו פער האנרגיה במרכז איזור ברילואין הראשון (בסביבת האנרגיה $\frac{2\hbar^2 \pi^2}{ma^2}$) בקירוב

הפוטנציאל החלש?

שאלה 2

נתון סריג הקסגונולי דו-מימדי. אורך צלע משולש היא a . וקטורים פרימיטיביים:

$$\vec{a} = a \left(\frac{1}{2} \hat{x} - \frac{\sqrt{3}}{2} \hat{y} \right), \quad \vec{b} = a \left(\frac{1}{2} \hat{x} + \frac{\sqrt{3}}{2} \hat{y} \right)$$

א. ציירו במרחב ההופכי את נקודות הסריג ההופכי, את מישורי בראג, ואת שלושת אזורי ברילואין הראשונים.

ב. ללא פוטנציאל, כמה מצבי אלקטרון מנוונים בנקודה $\vec{k}_A = \frac{4\pi}{3a} \hat{x}$ באנרגיה הנמוכה ביותר בה

יש ניוון בנקודה זו? מהם המצבים המנוונים (רשמו לאיזה וקטור סריג הופכי שייך כ"א), ומהי האנרגיה בה הם מנוונים? מסת אלקטרון חופשי היא m .

ג. נתון שבסריג הנ"ל, הפוטנציאל הוא $U(\vec{r}) = -U_0 + \sum_{\vec{R}} U_0 \frac{\sqrt{3}}{2} a^2 \delta(\vec{r} - \vec{R})$. כאשר \vec{R}

הוא וקטור סריג, ו $U_0 \ll \frac{\hbar^2 \pi^2}{2ma^2}$. בקירוב הפוטנציאל החלש, מהו הפרש האנרגיה בין המצב

הנמוך ביותר לבין המצב הגבוה ביותר מבין המצבים של סעיף ב', לאחר הסרת הניוון ע"י הפוטנציאל הנתון?

ד. בקירוב הפוטנציאל החלש, מהי פונקצית הגל של אלקטרון עם $k = \vec{k}_A$ הנמצא באנרגיה

הגבוהה ביותר מבין האנרגיות של סעיף ג'?