

## שאלה 1

אלקטרונים נמצאים על סריג חד-ממדי באורך  $L$  עם קבוע סריג  $a$ , ועם מקדמי חפיפה  $\gamma(a) = \Gamma$  ו- $\gamma(2a) = -\Gamma/8$ , כאשר  $\Gamma > 0$ . כמו כן נתון כי האנרגיה בתחתית הפס הינה  $E_0 = \Gamma$ .

1. מהו  $E(k)$ ? שרטטו באופן סכמטי את האנרגיות של האלקטרונים באיזור ברילואן הראשון. וציינו את האנרגיה הגבוהה ביותר בפס  $(E_{max})$ , ואת ההתנהגות  $E(k)$  ליד הראשית. (14 נק')
2. מה היא צפיפות המצבים ליחידת אורך ליחידת אנרגיה,  $g(E)$ ? (12 נק')
3. בטמפרטורה אפס, האלקטרונים ממלאים את רמות האנרגיות עד רמת פרמי  $(E_f)$ . כתבו ביטוי לאנרגיה הכוללת של הגביש בטמפרטורה זו. (12 נק')
4. נתון כי אנרגיית פרמי גדולה רק במעט מ- $\Gamma$ . חשבו בקירוב הזה, והביעו באמצעות אנרגיית פרמי,  $E_f$ , את התרומה הכוללת של האלקטרונים בגביש לאנרגיה. (12 נק')

## שאלה 2

א. מצאו את יחס הנפיצה על פי מודל הקשר החזק, עבור שריג קובי דו ממדי בעל וקטורים פרימיטיביים  $\vec{a}_1 = a\hat{x}$ ,  $\vec{a}_2 = a\hat{y}$ . לכל אטם השריג ישנו אורביטל אפשרי  $\varphi(\vec{r})$  וידוע כי:

$E_0$  היא אנרגיה האטומית של האורביטל הרלוונטי

$$t = \langle \varphi(\vec{r} - \vec{R} - a\hat{x}) | \mathcal{H} | \varphi(\vec{r} - \vec{R}) \rangle = \langle \varphi(\vec{r} - \vec{R} - a\hat{y}) | \mathcal{H} | \varphi(\vec{r} - \vec{R}) \rangle < 0$$

$$s = \langle \varphi(\vec{r} - \vec{R} - a\hat{x}) | \varphi(\vec{r} - \vec{R}) \rangle = \langle \varphi(\vec{r} - \vec{R} - a\hat{y}) | \varphi(\vec{r} - \vec{R}) \rangle$$

כעת, מקפלים את השריג לגליל דו ממדי אינסופי בכיוון  $x$  ובעל 6 אתרים בכיוון  $y$  (גליל חלול):

ב. מהם הערכים האפשריים של  $k_y$ ?

ג. עבור כל ערך מותר של  $k_y$ , כתבו את יחס הנפיצה כפונקציה של  $k_x$  וציירו את כל יחסי הנפיצה באופן סכמתי.

ד. על פי יחס הנפיצה שציירת, קבע אם השריג יהיה מבודד או מוליך כאשר:

• כל אטום תורם אלקטרון חופשי אחד.

• כל אטום תורם שני אלקטרונים חופשיים.

ה. בהינתן שרמת פרמי שווה ל  $E_f = E_0 - 3t$ , מה יהיה קיבול החום בטמפרטורות נמוכות?