

שריג גרפין

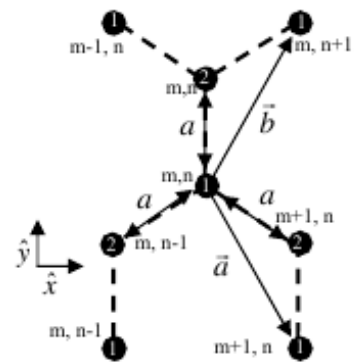
גרפין (Graphene) הוא גביש דו מימדי של פחמן, בו האטומים מסודרים בצורת כוורת. מרחק בין שני אטומים סמוכים a , מסת כל אטום היא M .

הגביש יתואר כשריג משולש עם בסיס של שני אטומים.

וקטור לאתר השריג (n, m) הינו $R_{m,n} = ma_1 + na_2$, באשר הוקטורים הפרימיטיביים הם

$$a_1 = \sqrt{3}a\left(\frac{1}{2}, -\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \quad a_2 = \sqrt{3}a\left(\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \quad \text{וכן וקטורי הבסיס הם } d_1 = 0 \quad d_2 = a(0,1)$$

נניח כי התנודות רק במישור, ונניח קירוב שכנים קרובים. קבוע הכח של כל ה"קפיצים" הוא K . נניח עוד, כי התנודות מספיק קטנות, כך שאורך הקפיץ מושפע רק מרכיב התנועה המקביל לקפיץ. אפשרי (אך לא הכרחי) לפתור את התרגיל בעזרת תוכנה מתמטית כלשהי.



1. רשמו ביטוי לפוטנציאל תא יחידה כפונקציה של רכיבי התנועה של האטומים השונים, קחו בחשבון רק את

השכנים הקרובים ביותר לאטומים שבתא היחידה (5 איברים!).

2. רשמו את משוואות התנועה עבור רכיבי התזוזות.

3. הציבו פתרון מהצורה $u_{m,n} = \varepsilon e^{i(k \cdot R_{m,n} - \omega t)}$, באשר $\varepsilon = \begin{pmatrix} \varepsilon_{1x} \\ \varepsilon_{2x} \\ \varepsilon_{1y} \\ \varepsilon_{2y} \end{pmatrix}$ ובדומה עבור $u_{n,m}$. קבלו

משוואות עבור המטריצה הדינמית.

4. חשבו את המודים ואת תדירותיהם עבור תנועה בכיוון y .

5. הסבירו התוצאות עבור $k = 0$.

6. עבור תנודה בכיוון y , ציירו את ארבעת ענפי יחס הדיספרסיה ממרכז איזור ברילואן הראשון ועד קצהו

(שעבור השריג הנתון בכיוון y קצהו נמצא ב $k = \frac{2\pi}{3a}$, השתמש בתכנה.

7. הסבירו מדוע המודים הרחביים שקיבלתם אינם יכולים להתקדם בכיוון y , הדבר נובע מההנחות שהנחנו

בשאלה. מדוע הדבר כן יתכן בכיוון x ?

2007A

נתון שריג 1D בו האינטראקציה בין אטום m , לאטום n נתון על ידי

$$\phi_{n,m} = \frac{1}{2}K_{n-m}(u_n - u_m)^2$$

כאשר u_m הינו מרחקו של אטום m משיווי משקל ו K_s הוא קבוע הכח בין שכנים מסדר s .

א. קבלו ביטוי ליחס הדיספרסיה.

ב. מצאו את מהירות הקול בגבול האלסטי, מצאו תנאי עבורו הקירוב תקף.

ג. תנו דוגמא לבחירה של K_s כך שיתקבל מקסימום של יחס הדיספרסיה $\omega(k)$ בתוך איזור ברילואן (ללא הקצוות), מה המשמעות הפיסיקלית של נקודה כזו?

1. מרחק הסריג של שרשרת חד-אטומית הוא 4.85 \AA , מסת כל אטום היא $6.81 \times 10^{-26} \text{ kg}$ והתדירות המקסימלית של תנודות הסריג היא $4.46 \times 10^{13} \text{ sec}^{-1}$. (א) מהו קבוע הקפיץ? מהי מהירות הקול? (ב) מנדנדים את אחד האטומים בסריג בתדירות $5.75 \times 10^{13} \text{ sec}^{-1}$, עם אמפליטודה U_0 . באיזה מרחק מהאטום הזה תהיה אמפליטודת התנודה שווה ל- $U_0/10$?