

**מבחן בקורס מבוא לתורת המצב המוצק (351.3217)**

ד"ר חיים דימנט

יש לענות על שלוש שאלות מתוך הארבע.  
מותר שימוש בכל חומר עזר.  
אין צורך לרשום מחדש דברים שנרשמו כבר בספר, במחברת הכתה, בתרגילים או בפתרונותיהם.  
משך המבחן שלוש שעות.

1. המבנה של גביש ZnS נקרא zincblende. הוא ניתן על-ידי שריג fcc ובסיס בן שני וקטורים (בהצגה לפי וקטורי הבסיס של fcc): אטום Zn ב- (0 0 0) ואטום S ב-  $(\frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4})$ . קבוע השריג (הקונבנציונלי) הוא  $a = 5.4 \text{ \AA}$ .
  - א. חשבו את גורם המבנה של הגביש (בהצגה הני"ל של fcc) כפונקציה של אינדקסי מילר  $(h k l)$  ושל גורמי הצורה האטומיים  $f_{\text{Zn}}$  ו- $f_{\text{S}}$ . יש להגיע לביטוי בלבד. אין צורך לנתח את ערכי גורם המבנה במקרים השונים.
  - ב. מהו המרווח  $d$  הגדול ביותר בין מישורים סמוכים מקבילים בגביש?
  - ג. באיזו זווית תתקבל טבעת העקיפה הראשונה בפיזור קרני X באורך גל של  $2.7 \text{ \AA}$ ?
2. נתון גז אלקטרוניים קלאסי בעל צפיפות  $n$  וזמן ממוצע בין התנגשויות  $\tau$ .
  - א. על הגז מופעל שדה חשמלי קבוע  $\vec{E}_0$ . מהי צפיפות הזרם  $\vec{j}$  הנוצרת בגז?
  - ב. בזמן  $t = 0$  מופסק השדה החשמלי. ברגע זה צפיפות הזרם היא זו שנמצאה בסעיף א'. רשמו את המשוואה המתארת את ההשתנות של  $\vec{j}(t)$  בזמן  $t > 0$ .
  - ג. חשבו את  $\vec{j}(t)$  כפונקציה של  $t, \vec{E}_0, n$  ו- $\tau$ .
3. נתון שריג bcc בעל קבוע שריג (קונבנציונלי)  $a$ .
  - א. כמה שכנים קרובים ביותר יש לכל אטום בשריג?
  - ב. מה המרחק בין אטום לבין שכניו הקרובים ביותר?
  - ג. רשמו את כל וקטורי השריג המחברים אטום, הממוקם בראשית הצירים, עם שכניו הקרובים ביותר.
  - ד. חשבו את הביטוי עבור פס אנרגיה של אלקטרון בשריג זה,  $\varepsilon(\vec{k})$ , בקירוב הקשר החזק, כפונקציה של  $a$  והקבועים  $\alpha$  ו- $\gamma$ .

4. נתון שריג דו-ממדי בעל  $N$  תאי יחידה. כל תא יחידה מכיל 4 אטומים. קבוע השריג הוא  $a$ .
- א. כמה ענפים כולל ספקטרום הפונונים של הגביש? כמה מהם אקוסטיים? כמה אופטיים?
- ב. חשבו את קיבול החום של השריג בגבול של טמפרטורות גבוהות. אם אתם יכולים לכתוב את התוצאה ולחסיבירה ללא חישוב, הדבר מספק.
- ג. חשבו את קיבול החום של השריג בגבול של טמפרטורות נמוכות. הניחו כי כל מהירויות הקול בשריג בעלות אותו ערך,  $v$ .

$$\int_0^{\infty} \frac{x^2}{e^x - 1} dx = 2\zeta(3) \approx 2.4$$

**בהצלחה!**