

מצב מוצק - תרגיל מס' 6

1. חוס ג'אול

- נתונה מתכת בטמפ' אחידה בתוך שדה חשמלי סטטי E . על פי מודל דרודה, אלקטרון העובר פיזור אינו משמר אנרגיה (האנרגיה שהוא קיבל מהשדה בין 2 התנגשויות הולכת לאיבוד).
- א. הראו כי האנרגיה הממוצעת שאלקטרון מאבד (לטובת היונים) מהתנגשות כעבור זמן t מהקודמת היא $(eEt)^2/m$.
- ב. הראו כי האנרגיה הממוצעת הנאבדת עבור אלקטרון בהתנגשות בודדת היא $(eEt)^2/m$, ומכאן מצאו את איבוד החוס לסמ"ר לשניה. (מ-צפיפות אלקטרונים לסמ"ר, τ - זמן ממוצע בין התנגשויות)
- ג. מה יהיה הפסד ההספק (איבוד החוס) בחוט אשר שטח החתך שלו הוא A וארכו L (התשובה כמובן I^2R ?)

2. שדה אלקטרומגנטי (AC)

- א. העריכו מתוך מודל דרודה את מוליכות ה DC של נתרן.
- ב. הניחו כי המודל תקף גם לתיאור התכונות האלקטרומגנטיות בתחום קרני X עם אנרגיה של 10KeV (האם זה מוצדק?) וחשבו את המקדם הדיאלקטרי בתחום תדירויות זה (לשים לב לאנרגית היוניזציה של נתרן בבואך להעריך את צפיפות גז האלקטרונים בו - כמה אלקטרונים יתרום כל אטום תחת תנאי הקרינה הזו?)
- ג. חשב במסגרת המודל את מקדם הבליעה של הקרינה. מהו עובי שכבת הנתרן הנדרשת כדי לבלוע 90% מהקרינה?

3. גז אלקטרונים חופשיים במימדים שונים

- א. מצאו את הקשר בין k_f והצפיפות האלקטרונית n במימד אחד ושניים.
- ב. חשבו את צפיפות המצבים ב $d=1,2$.
- ג. הראו כי במימד כללי d צפיפות המצבים פרופורציונית ל $g(\mathcal{E}) \propto \mathcal{E}^{\frac{d-2}{2}}$
- ד. תוך שימוש במודל זומרפלד חשבו את $\mu(T)$ במימד אחד ושניים, בפרט הראו כי ב $d=2$ מתקבל כי $\mu=e_f$ לכל T .

4. חישובי גדלים

- נתבונן ב mono-valent metal (מתכת בה כל אטום תורם אלקטרון חפשי אחד). נניח כי התנגדותה הסגולית $\rho = 1.7 \mu\Omega\text{cm}$, צפיפות המסה היא 8.9g/cm ומשקלה האטומי 64.
- א. חשבו את k_f , v_f , e_f והמקדם γ של החום הסגולי $C_V = \gamma T$ ב 300 מעלות קלווין. מהו היחס בין הערך הקוונטי והקלאסי של C_V .
- ב. מתוך מודל דרודה חשבו את t ומוליכות החום באותה טמפ'.
- ג. חשבו את מוליכות החום הפונונית בהנחה שהמהלך החופשי הוא $l = 10\text{A}$, מהירות הקול $C = 3 \cdot 10^5 \text{cm/sec}$ וטמפ' דבאי קטנה מ 300K . השוו תוצאה זו למוליכות החום האלקטרונית מהסעיף הקודם.
- ד. נניח כי זרם בצפיפות של $j = 10 \text{Amp/cm}^2$ זורם בדוגמא. חשבו את השדה החשמלי E ואת מהירות הסחיפה הממוצעת של האלקטרונים.

5. אפקט הול

א. הראו כי נושאי מטען חיוביים ושליילים נותנים שדה הול הפוך.

ב. נתונה המערכת שבציור:

$$|V_y| = 70 \text{ mV Hall מתח}$$

הזרם הוא 10 mA בכיוון החיובי של ציר ה- x .

$$B = 3000 \text{ Gauss}, d = 1 \text{ mm}$$

$$\Delta X = 5 \text{ mm}, h = 2 \text{ mm}, V_x = 2.5 \text{ V}$$

- i. מהו כיוון שדה Hall (E_y)?
- ii. מהו ריכוז נושאי המטען?
- iii. מהי המוביליות?
- iv. מהו זמן המהלך החופשי?

בכל החישובים הניחו כי מסת האלקטרונים היא כמסת האלקטרון החופשי.

