

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1996/97

April 1997

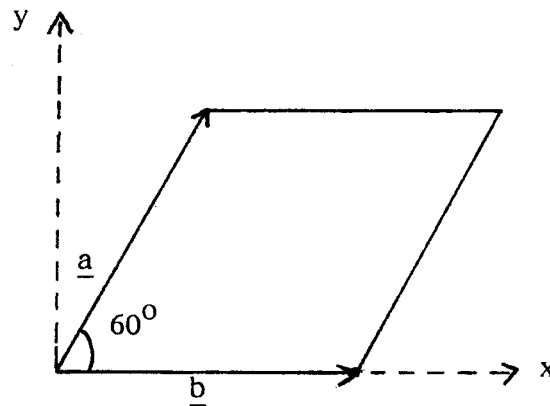
ZSC 317/3 - Ilmu Fizik Keadaan Pepejal II

Masa: [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi EMPAT muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab kesemua LIMA soalan. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

- 1. (a) Rajah di bawah mewakili kekisi heksagon dua dimensi dengan vektor-vektor translasi primitif bermagnitud $|\underline{a}|=|\underline{b}|= a$.



- (i) Lukiskan dengan jelas zon Brillouin pertamanya.
 - (ii) Tentukan luas zon Brillouin pertama tersebut.
- (30/100)

- (b) Perihalkan dengan jelas struktur jalur tenaga yang dihasilkan oleh model ikatan ketat.
- (10/100)

- (c) Menurut model ikatan ketat, struktur jalur tenaga bagi keadaan s suatu hablur tiga dimensi diberikan oleh persamaan

$$E(\underline{k}) = E_0 - A - B \sum_{\text{jiran terdekat } n} e^{-i\mathbf{k} \cdot \mathbf{R}_n}$$

dengan E_0 ialah tenaga pada $\mathbf{k} = 0$, A dan B ialah pemalar-pemalar positif, \mathbf{k} ialah vektor gelombang elektron dan \mathbf{R}_n ialah kedudukan jiran terdekat n.

...2/-

- (i) Tentukan struktur jalur tenaga ikatan ketat bagi keadaan s hablur ringkas.
- (ii) Tentukan tenaga maksimum dan minimum bagi struktur jalur tersebut.

(30/100)

- (d) Elektron luar di dalam Na (kekisi hakiki kubus berpusat jasad) bersifat seperti elektron bebas dalam keadaan s. Jarak terdekat dari pusat zon Brillouin pertama ke sempadan zon ialah setengah jarak ke titik $(\frac{2\pi}{a})(1,1,0)$ dengan a ialah panjang pinggir kubus kekisi hakiki.

Buktikan sama ada sfera fermi elektron menyentuh sempadan zon Brillouin pertama tersebut.

(30/100)

- 2. (a) Perihalkan persamaan-persamaan gerakan semiklasik bagi elektron-elektron Bloch.

(20/100)

- (b) Buktikan bahawa

- (i) satu jalur tenaga yang dipenuhi elektron tidak menyumbang kepada arus apabila dikenakan dengan satu medan elektrik gunaan yang malar,
- (ii) satu elektron memerihalkan satu orbit di dalam ruang - k yang berada pada satu permukaan bertenaga malar apabila dikenakan dengan satu medan magnet gunaan yang malar,
- (iii) jisim berkesan bagi satu elektron berdekatan dengan bahagian atas suatu jalur tenaga adalah negatif.

(60/100)

- (c) Tunjukkan bahawa suatu mekanisme wujud yang membolehkan sesetengah logam polivalens mempunyai pemalar-pemalar Hall yang berlawanan tanda daripada apa yang dijangkakan oleh Model Sommerfeld.

(20/100)

- 3. (a) Takrifkan Kesan Meissner di dalam superkonduktor.

(20/100)

- (b) Gunakan Hukum Maxwell-Ampere, Persamaan London Pertama dan Kedua bagi menerbitkan persamaan yang menerangkan kelakuan magnet di dalam suatu superkonduktor, iaitu

...3/-

$$\nabla^2 \underline{B}(r) = \frac{1}{\lambda_L^2} \underline{B}(r)$$

dengan $\underline{B}(r)$ ialah ketumpatan fluks magnet dan λ_L ialah kedalaman tembusan fluks London.

(30/100)

- (c) Takrifkan kedalaman tembusan fluks London λ_L . (20/100)
- (d) Buktikan bahawa ketumpatan fluks magnet pada jarak x ke dalam suatu plat superkonduktor dengan ketebalan 2δ diberikan sebagai

$$B(x) = B_a \frac{\text{kosh}\left(\frac{x}{\lambda_L}\right)}{\text{kosh}\left(\frac{\delta}{\lambda_L}\right)}$$

dengan B_a ialah ketumpatan fluks magnet seragam di luar plat yang dikenakan secara selari dengan permukaan plat.

(30/100)

4. (a) Huraikan secara ringkas tetapi jelas pengkutuban elektronik dalam model klasik penyerapan resonans. Tuliskan persamaan pembezaan yang digunakan dalam model tersebut. (20/100)
- (b) (i) Tanpa perincian matematik yang mendalam, huraikan dengan jelas langkah-langkah yang diperlukan dalam model soalan (a) bagi menghasilkan ungkapan bahagian hakiki $\epsilon'_r(\omega)$ dan bahagian khayal $\epsilon''_r(\omega)$ pemalar dielektrik yang diberikan sebagai

$$\epsilon'_r(\omega) = 1 + \frac{A(\omega_0^2 - \omega^2)}{[(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \gamma^2 \omega^2]}$$

$$\epsilon''_r(\omega) = \frac{A\gamma\omega}{[(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \gamma^2 \omega^2]}$$

dengan $A = \frac{Ne^2}{\epsilon_0 m}$ ialah pemalar, γ ialah frekuensi pelembapan dan ω_0 ialah frekuensi resonans.

.../4

- (ii) Lakarkan $\epsilon'_r(\omega)$ dan $\epsilon''_r(\omega)$ bagi $\gamma = 0$ dan tandakan dengan jelas nilai-nilai penghadnya pada frekuensi rendah dan tinggi.

(50/100)

- (c) Tunjukkan bahawa $\epsilon''_r(\omega)$ mempunyai nilai yang maksimum pada suatu frekuensi ω_c yang diberikan sebagai

$$\omega_c = \omega_0 \left[\frac{\left(2 - \frac{\gamma^2}{\omega_0^2}\right) + \sqrt{\left(2 - \frac{\gamma^2}{\omega_0^2}\right)^2 + 12}}{6} \right]^{\frac{1}{2}}$$

(30/100)

5. (a) Bincangkan dengan jelas keferomagnetan, keantiferomagnetan dan keferimagnetan dengan merujuk kepada susunan dwikutub magnet masing-masing.

(30/100)

- (b) (i) Jelaskan Teori Medan Min bagi satu antiferomagnet.
 (ii) Tuliskan persamaan bagi pemagnetan setiap subkekisi di dalam medan B_0 pada suhu T .
 (iii) Tunjukkan bahawa teori ini meramalkan kerentanan χ_m di dalam rantau keparamagnetan yang berbentuk

$$\chi_m = \frac{2C}{T + Cv}$$

dengan C dan v ialah pemalar-pemalar.

- (iii) Tunjukkan juga bahawa Cv ialah T_N iaitu suhu Néel pada mana peralihan dari keantiferomagnetan ke keparamagnetan berlaku.

(70/100)