
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang
Sidang Akademik 2002/2003

April 2003

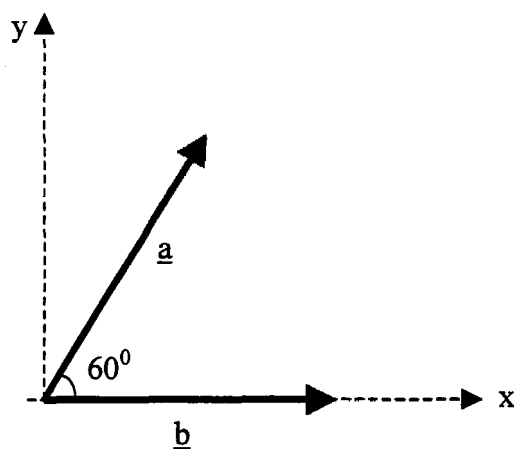
ZCT 317/3 - Fizik Keadaan Pepejal II

Masa : 3 jam

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

Jawab mana-mana EMPAT soalan sahaja. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

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



- (i) Tentukan vektor-vektor translasi primitif kekisi resiprokal.
(ii) Tentukan luas kawasan zon Brillouin pertama.

(40/100)

...2/-

- (b) Struktur jalur tenaga yang dihasilkan oleh model ikatan ketat bagi keadaan s satu hablur tiga dimensi diwakili oleh ungkapan

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

dengan E_0 ialah tenaga di pusat zon Brillouin pertama, A dan B ialah pemalar-pemalar positif, \underline{k} ialah vektor gelombang dan \mathbf{R}_n ialah kedudukan jiran terdekat n.

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

(30/100)

- (c) Na mempunyai kekisi Bravais kubus berpusat jasad. Elektron luarnya bersifat seperti elektron bebas dalam keadaan s. Jarak terdekat dari pusat zon Brillouin pertama ke pinggir zon ialah setengah jarak ke titik $\left(\frac{2\pi}{a}\right)(1,1,0)$ dengan a ialah panjang sisi kubus kekisi Bravais.

Tunjukkan sama ada sfera Fermi menyentuh pinggir zon Brillouin pertama tersebut.

(30/100)

2. (a) Bincangkan dengan jelas 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 luaran yang malar,
 (ii) jisim berkesan bagi satu elektron berdekatan dengan puncak satu jalur tenaga adalah negatif.

(40/100)

...3/-

- (c) Tunjukkan bahawa satu mekanisme wujud yang membolehkan sesetengah logam polivalens mempunyai pemalar Hall yang berlawanan tanda daripada apa yang dijangkakan oleh Model Sommerfeld. (40/100)
3. (a) Gunakan Hukum Maxwell-Ampere, Persamaan London Pertama dan Kedua bagi menerbitkan satu ungkapan yang menerangkan kelakuan medan magnet di dalam satu superkonduktor. (40/100)
- (b) Takrifkan dengan jelas berbantuan satu graf yang bersesuaian maksud kedalaman tembusan fluks London λ_L . (20/100)
- (c) Satu medan magnet seragam B_a dikenakan secara selari dengan permukaan satu plat superkonduktor dengan ketebalan $2t$. Tentukan satu ungkapan yang mewakili perubahan medan magnet pada jarak x ke dalam plat superkonduktor tersebut. (40/100)
4. (a) Jelaskan konsep fizikal pengkutuban elektronik dalam model penyerapan resonans. Tuliskan persamaan pembezaan yang digunakan dalam model tersebut. (30/100)
- (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 pelembaran dan ω_0 ialah frekuensi resonans.

- (ii) Tunjukkan bahawa penyerapan tenaga adalah maksimum pada frekuensi

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

(70/100)

5. (a) Huraikan dengan jelas asalan kediamagnetan dan keparamagnetan di dalam penebat.

(30/100)

- (b) (i) Satu larutan garam paramagnet mengandungi ion-ion dengan momen magnet yang ditentukan oleh nombor-nombor kuantum $L = 0$, $S = \frac{1}{2}$ dan $J = \frac{1}{2}$. Tunjukkan bahawa pemagnetan M yang dihasilkan oleh medan magnet B pada suhu T diberikan oleh

$$M = N\mu_B \tanh\left(\frac{\mu_B B}{k_B T}\right)$$

dengan N ialah ketumpatan bilangan ion dan μ_B ialah magneton Bohr.

- (ii) Tentukan ungkapan-ungkapan hampiran bagi M pada suhu tinggi dan rendah.
- (iii) Seterusnya lakarkan kebersandaran M terhadap suhu dalam soalan (ii).

(70/100)