

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang  
Sidang Akademik 2002/2003

April 2003

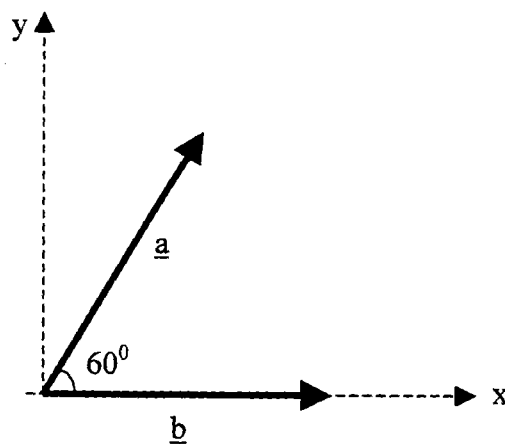
**ZCT 317/3 - Fizik Keadaan Pepejal II**

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

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

dengan  $E_0$  ialah tenaga di pusat zon Brillouin pertama, A dan B ialah pemalar-pemalar positif,  $\underline{k}$  ialah vektor gelombang dan  $\underline{R}_n$  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  $\lambda_L$ . (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,  $\gamma$  ialah frekuensi pelembapan dan  $\omega_0$  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 kediagnetan 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  $\mu_B$  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)