

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 1992/93

April 1993

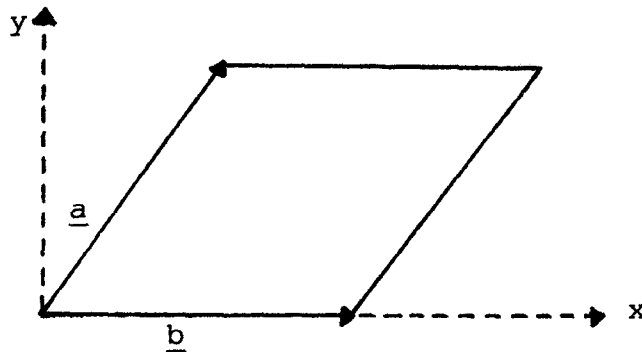
ZSC 317/3 - Ilmu Fizik Keadaan Pepejal II

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 di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) (i) Lukiskan dengan jelas zon Brillouin pertama bagi kekisi heksagon dua dimensi dengan pinggir heksagon  $|\underline{a}| = |\underline{b}| = a$  seperti yang ditunjukkan oleh rajah di bawah.



- (ii) Berapakah 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 hablur 3-dimensi diberikan oleh persamaan

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

...2/-

dengan  $E_0$  ialah tenaga pada  $k = 0$  dan  $\alpha$  dan  $\gamma$  ialah pemalar-pemalar positif.  $\underline{k}$  ialah vektor gelombang elektron dan  $\underline{R}_n$  ialah kedudukan jiran terdekat  $n$ .

(i) Tentukan satu persamaan bagi struktur jalur 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  $(2\pi/a) (1,1,0)$  dengan  $a$  ialah panjang pinggir kubus kekisi hakiki.

Tentukan sama ada sfera Fermi elektron menyentuh sempadan zon Brillouin pertama tersebut.

(30/100)

2. (a) Lakarkan secara berskema ketumpatan keadaan elektronik di dalam zon Brillouin pertama bagi satu gas yang terdiri daripada elektron-elektron bebas tak generat dan tak saling bertindak. Terangkan bagaimana ketumpatan keadaan ini bersetuju dengan ketumpatan keadaan yang dihasilkan oleh Model Sommerfeld.

(30/100)

(b) Jelaskan secara ringkas kewujudan "singulariti Van Hove".

(20/100)

(c) Lakarkan dan jelaskan ketumpatan keadaan elektronik bagi litium.

(20/100)

(d) Satu elektron dengan halabu  $\underline{v} = (v_x, v_y, v_z)$  berada di dalam medan magnet  $\underline{H} = (0, 0, H_z)$ . Gunakan model semiklasik bagi menentukan pergerakan elektron tersebut.

(30/100)

3. (a) Bezakan antara superkonduktor jenis I dan jenis II.

(20/100)

(b) Bermula dengan ungkapan tenaga bebas Gibbs bagi satu sistem bermagnet

- (i) terbitkan ungkapan bagi perbezaan entropi seunit isipadu antara keadaan biasa dan kesuperkonduksian bagi superkonduktor jenis I.
- (ii) Seterusnya terbitkan perbezaan muatan haba tentu seunit isipadu antara keadaan kesuperkonduksian dan biasa bagi superkonduktor tersebut.
- (iii) Lakarkan ungkapan anda bagi (i) dan (ii) sebagai fungsi suhu.

(50/100)

(c) Perubahan medan genting dengan suhu bagi superkonduktor jenis I secara hampirannya diberi oleh eksperimen sebagai

$$H_c(T) = H_0 [1 - (T/T_c)^2]$$

dengan  $H_0$  ialah medan genting pada suhu sifar mutlak dan  $T_c$  suhu peralihan. Tunjukkan bahawa perbezaan muatan haba tentu seunit isipadu antara keadaan biasa dan kesuperkonduksian diberi sebagai

$$C_b(H_a) - C_s(H_a) = \frac{2H_0^2 \mu_0}{T_c} \left[ \frac{T}{T_c} - 3 \left( \frac{T}{T_c} \right)^3 \right]$$

dengan  $H_a$  ialah medan yang dikenakan.

(30/100)

4. (a) Jelaskan maksud Medan Elektrik Tempatan di dalam teori pengkutuban. Mengapa ianya mesti berbeza daripada Medan Elektrik Purata di dalam dielektrik?

(20/100)

(b) (i) Tunjukkan bahawa Persamaan Lorentz bagi medan tempatan diberi oleh

$$\underline{E}_{\text{tempatan}} = \underline{E}_{\text{purata}} + \frac{1}{3\epsilon_0} \underline{P}$$

dengan  $\underline{E}_{\text{purata}}$  ialah medan elektrik purata dan  $\underline{P}$  ialah pengkutuban. Nyatakan sebarang syarat (jika ada) bagi menerbitkan persamaan ini.

- (ii) Seterusnya, terbitkan perhubungan Clausius-Mossotti

$$\frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 2} = \frac{N\alpha_e}{3\epsilon_0}$$

dengan  $N$  ialah kepekatan dan  $\alpha_e$  keterkutuban atom atau molekul.

(50/100)

- (c) Hitungkan keterkutuban elektronik bagi cecair karbon tetraklorid jika indeks biasannya ialah 1.46 dan ketumpatannya ialah  $1632 \text{ kg m}^{-3}$ . Berat atom karbon dan klorin ialah masing-masing bernilai 12.0 dan 35.5 a.m.u.

Diberi  $1 \text{ a.m.u.} = 1.66053 \times 10^{-27} \text{ kg}$ .

(30/100)

5. (a) Bincangkan dengan jelas perbezaan antara keferomagnetan, keantiferomagnetan dan keferimagnetan dengan merujuk kepada 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  $\chi_m$  di dalam rantau keparamagnetan berbentuk

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

dengan  $C$  dan  $v$  ialah pemalar-pemalar.

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

(70/100)