

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1999/2000

Februari 2000

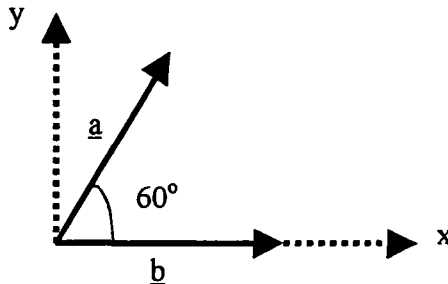
ZCT 317/3 – Ilmu Fizik Keadaan Pepejal II

Masa : [3 jam]

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

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

1. (a) Rajah di bawah menunjukkan kekisi hakiki 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) Terangkan dengan jelas ciri-ciri struktur jalur tenaga yang dihasilkan oleh model ikatan ketat. (20/100)
- (c) Persamaan struktur jalur tenaga bagi keadaan s suatu hablur tiga dimensi oleh model ikatan ketat ialah

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

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

...2/-

- (i) Tentukan struktur jalur tenaga ikatan ketat keadaan s bagi hablur kubus ringkas.
- (ii) Tentukan juga nilai tenaga maksimum dan minimum bagi struktur jalur tersebut. (30/100)
- (d) Elektron luar 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 $\left(\frac{2\pi}{a}\right)(1,1,0)$ dengan a ialah panjang pinggir kubus kekisi hakiki.
- Buktikan sama ada sfera Fermi elektron menyentuh sempadan zon Brillouin pertama tersebut. (20/100)
2. (a) Tulis dan jelaskan persamaan-persamaan gerakan semiklasik bagi elektron-elektron Bloch. (20/100)
- (b) Buktikan bahawa
- (i) di dalam satu medan elektrik gunaan yang malar tanpa kehadiran satu medan magnet, satu jalur yang dihuni sepenuhnya tidak menyumbang kepada arus,
- (ii) di dalam satu medan magnet gunaan yang malar tanpa kehadiran satu medan elektrik, satu elektron memerihalkan satu orbit di dalam ruang $-k$ yang berada pada satu permukaan bertenaga malar dan bersudut tepat kepada medan magnet tersebut,
- (iii) jisim berkesan bagi satu elektron berdekatan dengan puncak suatu jalur adalah negatif. (60/100)
- (c) Bincangkan mekanisme yang mengizinkan sesetengah logam polivalens mempunyai pemalar Hall yang berlawanan tanda daripada apa yang dijangkakan oleh model Sommerfeld. (20/100)

3. (a) Takrifkan dengan jelas Kesan Meissner di dalam satu superkonduktor. (20/100)
- (b) Pertimbangkan tenaga bebas Gibbs bagi satu sistem magnet. Tunjukkan bagi superkonduktor Jenis-I bahawa
- (i) apabila dikenakan dengan medan magnet H_a , tenaga bebas Gibbs spesifik bagi superkonduktor meningkat dengan nilai $\frac{\mu_0 H_a^2}{2}$ dan
- (ii) perbezaan tenaga bebas Gibbs spesifik di antara keadaan biasa dan kesuperkonduksian di dalam medan sifar ialah $\frac{\mu_0 H_c^2}{2}$ dengan H_c ialah medan genting.
- (iii) Lakarkan keputusan bagi b(i) dan b(ii). (60/100)
- (c) Medan genting superkonduktor dikaitkan dengan suhu secara hampiran oleh perhubungan parabola

$$H_c(T) = H_0 \left\{ 1 - \left(\frac{T}{T_c} \right)^2 \right\}$$

dengan H_0 ialah medan genting pada suhu sifar mutlak.

Pada suhu berapakah haba spesifik keadaan biasa sama dengan haba spesifik keadaan kesuperkonduksian bagi plumbum? Bagi plumbum, diberi $T_c = 7.2 \text{ }^\circ\text{K}$ dan $H_0 = 6.4 \times 10^4 \text{ Am}^{-1}$.

(20/100)

4. (a) Terangkan dengan jelas makna Medan Elektrik Tempatan dalam teori pengkutuban. (20/100)
- (b) (i) Tunjukkan bahawa Persamaan Lorentz bagi Medan Elektrik Tempatan diberi oleh

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

...4/-

dengan E_{purata} ialah medan elektrik purata dan P ialah pengkutuban. Nyatakan juga sebarang syarat (jika ada) semasa menerbitkan persamaan ini.

(iii) Seterusnya terbitkan perhubungan Clausius-Mossotti

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

dengan N ialah kepekatan dan α_e ialah keterkutuban elektronik bagi atom atau molekul.

(60/100)

(c) Hitungkan keterkutuban elektronik bagi molekul karbon tetraklorid (CCl_4) jika indeks biasannya ialah 1.46 dan ketumpatannya ialah 1632 kgm^{-3} . Berat atom karbon dan klorin masing-masing bernilai 12.0 dan 35.5 a.m.u. Diberi $1 \text{ a.m.u.} = 1.66053 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

(20/100)

5. (a) Bincangkan perbezaan ciri-ciri mikroskopik keferomagnetan, keantiferomagnetan dan keferimagnetan.

(20/100)

(b) (i) Perihalkan Teori Medan Min bagi feromagnet.

(iii) Tunjukkan bahawa di dalam fasa paramagnet teori ini menghasilkan kerentanan χ_m yang berbentuk

$$\chi_m = \frac{C}{T - C\lambda}$$

dengan C dan λ ialah pemalar-pemalar.

(60/100)

(c) Takrifkan suhu Curie T_c bagi feromagnet.

(20/100)