

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang 1989/90

Oktober/November 1989

ZSC 317/3 Ilmu Fizik Keadaan Pepejal II

Masa : [3 jam]

Jawab EMPAT soalan sahaja.
Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Jejari sfera Fermi di dalam ruang \underline{k} bagi elektron bebas diberikan oleh persamaan $k_F = (3\pi^2 n)^{1/3}$.
Tunjukkan bahawa sfera ini akan menyentuh beberapa permukaan zon Brillouin pertama di dalam kekisi monovalens kubus berpusat muka apabila nisbah kepekatan elektron kepada kepekatan atom iaitu n/n_a bernilai 1.36. Jarak terdekat yang melintangi zon Brillouin pertama ialah $(2\pi/a)(3)^{1/2}$.
(40/100)

- (b) Menurut model ikatan ketat, struktur jalur tenaga bagi keadaan s hablur 3-dimensi diberikan oleh persamaan

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

dengan E_0 , α dan γ ialah pemalar-pemalar. \underline{k} ialah vektor gelombang elektron dan \underline{R}_n kedudukan jiran terdekat n .

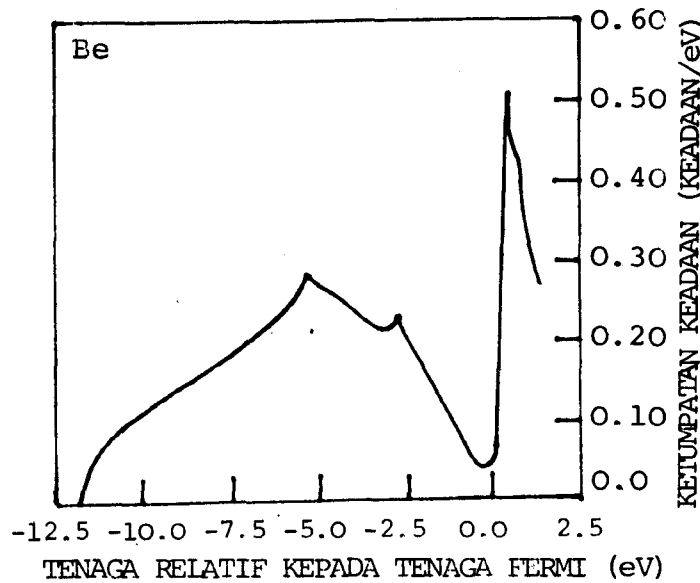
- (i) Tentukan struktur jalur bagi kekisi kubus ringkas.
(ii) Tentukan tenaga maksimum dan minimum bagi struktur jalur tersebut.
(iii) Berapakah kelebaran jalur bagi struktur ini?

(60/100)

...2/-

2. (a) Takrifkan ketumpatan keadaan elektronik $g(E)$ suatu hablur dengan E ialah tenaga elektron. (10/100)

(b) Diketahui bahawa ketumpatan keadaan $g(E)$ bagi elektron bebas adalah berkadar terus dengan $E^{1/2}$. Rajah di bawah menunjukkan $g(E)$ lawan E bagi Be (Berilium). Berikan penerangan yang mendalam tentang ciri-ciri yang ditunjukkan oleh rajah tersebut. (30/100)



(c) Suatu pepejal hipotesis 1-dimensi mempunyai pemalar kekisi 1.57\AA . Perhubungan $E-k$ bagi jalur valensnya di dalam zon Brillouin pertama diwakili dengan baik oleh ungkapan

$$E(\text{eV}) = 6 - 2k^2 + 0.25k^4$$

dengan k ialah vektor gelombang Bloch dalam unit \AA^{-1} .

- (i) Lakarkan dengan jelas struktur jalur ini di dalam zon Brillouin pertama.
- (ii) Lakarkan dan berikan komen-komen anda dengan jelas tentang perubahan jisim berkesan dengan k .

(60/100)

3. (a) Bezakan antara superkonduktor jenis I dan jenis II.
(20/100)

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

(i) dapatkan ungkapan bagi perbezaan entropi seunit isipadu antara keadaan biasa dan kesuperkonduksian bagi superkonduktor jenis I.

(ii) Seterusnya dapatkan 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 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) Huraikan dengan ringkas makna pengkutuban elektronik dalam model klasik penyerapan resonans dan tuliskan persamaan pembeza yang digunakan dalam model tersebut.
(20/100)

(b) (i) Tanpa perincian matematik, huraikan dengan jelas langkah-langkah yang terdapat dalam model (a) untuk menghasilkan ungkapan bagi bahagian hakiki $\epsilon_r'(\omega)$ dan bahagian khayal $\epsilon_r''(\omega)$ pemalar dielektrik yang diberikan sebagai

...4/-

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

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

dengan A, γ dan ω_0 ialah pemalar-pemalar.

- (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

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

(30/100)

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

(30/100)

- (b) (i) Suatu garam paramagnet dalam bentuk larutan 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 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.

...5/-

- (ii) Tuliskan ungkapan hampiran yang bersesuaian bagi M pada T besar dan T kecil.
- (iii) Lakarkan kebersandaran M dengan T bagi kedua-dua ungkapan dalam (ii).

(70/100)

- oooOooo -