

Peperiksaan KSCP
Sidang Akademik 1999/2000

April 2000

ZCT 317/3 - Ilmu Fizik Keadaan Pepejal II

Masa : [3 jam]

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

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

1. (a) Diberi suatu kekisi dua dimensi segiempat tepat dengan nisbah jarak di antara atom-atom di dalam sel primitifnya ialah 2a:a. Lukiskan Zon Brillouin Pertama, Kedua dan Ketiga.

(20/100)

- (b) Buktikan bahawa luas ketiga-tiga Zon Brillouin dalam (a) adalah sama.

(20/100)

- (c) Fungsi gelombang Bloch bagi elektron hampir bebas diberikan sebagai

$$\Psi_{n\mathbf{k}}(\mathbf{r}) = e^{i\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}} u_{n\mathbf{k}}(\mathbf{r})$$

dengan n = ialah indeks jalur,
 \mathbf{k} = ialah indeks vektor gelombang,
 \mathbf{r} = ialah vektor kedudukan dan
 $u_{n\mathbf{k}}$ = ialah fungsi Bloch yang berkala dengan \mathbf{r} .

Tunjukkan bahawa tenaga bagi elektron hampir bebas ini adalah berkala di dalam kekisi resiprokal.

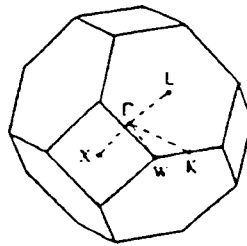
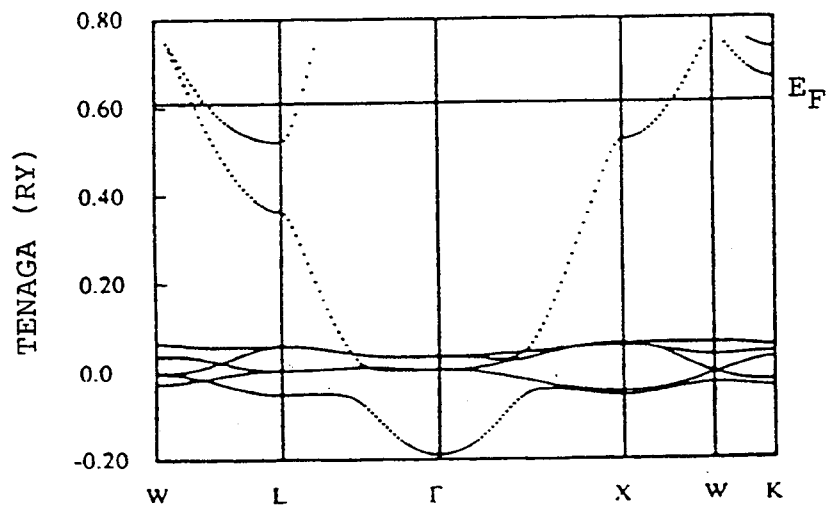
(30/100)

..2/-

(d) Rajah-rajah di bawah menunjukkan struktur jalur dan Zon Brillouin Pertama yang sepadan bagi suatu unsur.

- (i) Kenapakah unsur tersebut adalah logam?
- (ii) Apakah kekisi hablurnya?
- (iii) Nyatakan ciri-ciri utama yang ada pada jalur tersebut.

(30/100)



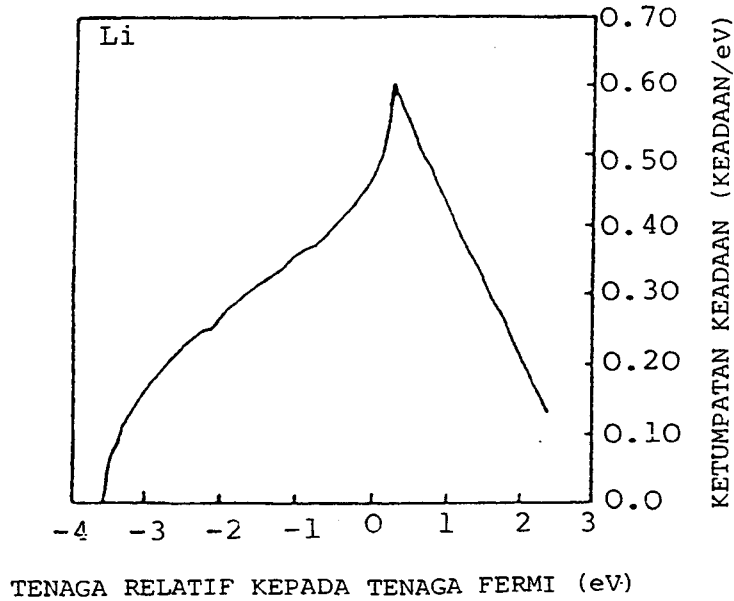
2. (a) Jelaskan kewujudan "singulariti Van Hove" dalam ketumpatan keadaan elektronik.

(20/100)

...3/-

- (b) Rajah di bawah menunjukkan ketumpatan keadaan elektronik bagi litium (Li). Perihalkan dengan jelas bentuk ketumpatan keadaan tersebut.

(20/100)



- (c) Elektron dengan halaju $\underline{v} = (v_x, v_y, v_z)$ berada di dalam medan magnet $\underline{H} = (0, 0, H_z)$. Gunakan Model Semiklasik bagi menerangkan bentuk pergerakan elektron tersebut.

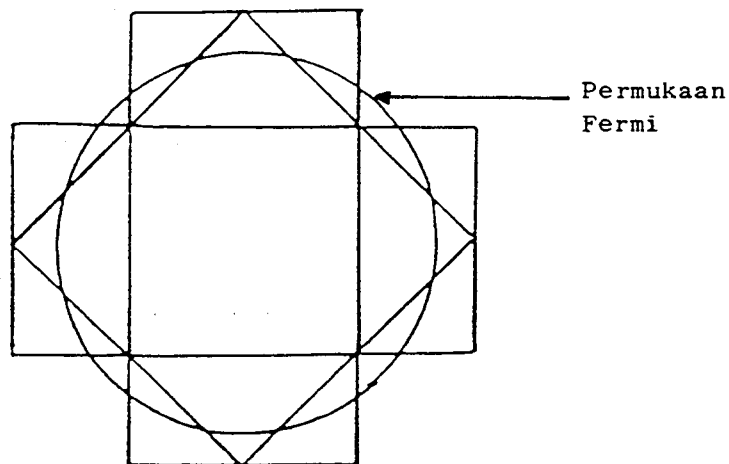
(30/100)

- (d) Rajah di bawah menunjukkan permukaan Fermi bagi logam kuadruvalens dua dimensi. Elektron di dalam logam kuadruvalens ini mengalami keupayaan berkala hablur $U(\underline{r}) \neq 0$.

- (i) Lakarkan permukaan Fermi Zon Brillouin Kedua dan Ketiga di dalam skim zon diperkecilkan.
- (ii) Tentukan arah pergerakan elektron di permukaan Fermi tersebut (Zon Brillouin Kedua dan Ketiga) dan nyatakan jenis orbitannya apabila dikenakan dengan medan magnet \underline{H} yang arahnya keluar muka surat kertas.

(30/100)

...4/-



3. (a) Takrifkan Kesan Meissner di dalam superkonduktor.

(20/100)

- (b) Gunakan Hukum Maxwell-Ampere, Persamaan London Pertama dan Kedua bagi menerbitkan persamaan yang menerangkan kelakuan magnet di dalam suatu superkonduktor, iaitu

$$\nabla^2 \underline{B}(\underline{r}) = \frac{1}{\lambda_L^2} \underline{B}(\underline{r})$$

dengan $\underline{B}(\underline{r})$ ialah ketumpatan fluks magnet dan λ_L ialah kedalaman tembusan fluks London.

(30/100)

- (c) Takrifkan kedalaman tembusan fluks London λ_L dengan jelas.

(20/100)

...5/-

- (d) Buktikan bahawa ketumpatan fluks magnet pada jarak x ke dalam suatu plat superkonduktor dengan ketebalan 2δ diberikan sebagai

$$B(x) = B_a \frac{\cosh\left(\frac{x}{\lambda_L}\right)}{\cosh\left(\frac{\delta}{\lambda_L}\right)}$$

dengan B_a ialah ketumpatan fluks magnet seragam di luar plat yang dikenakan secara selari dengan permukaan plat.

(30/100)

4. (a) Lakarkan dengan lengkap kebersandaran frekuensi bagi bahagian hakiki dan khayal pemalar dielektrik ϵ_r suatu dielektrik dwikutub ion.

(20/100)

- (b) (i) Nyatakan anggapan-anggapan yang diperlukan dalam kaedah penghampiran masa santaian bagi pengkutuban orientasi dwikutub.
- (ii) Dengan menggunakan kaedah ini, tunjukkan bahawa bahagian hakiki pemalar dielektrik ϵ_r ialah

$$\epsilon_r'(\omega) - \epsilon_r(\infty) = \frac{\epsilon_r(0) - \epsilon_r(\infty)}{1 + \omega^2 \tau^2}$$

dan bahagian khayal pemalar dielektrik ialah

$$\epsilon_r''(\omega) = \frac{\omega \tau \{\epsilon_r(0) - \epsilon_r(\infty)\}}{1 + \omega^2 \tau^2}$$

dengan τ ialah masa santaian, ω frekuensi dan $\epsilon_r(\omega) = \epsilon_r'(\omega) - j \epsilon_r''(\omega)$. $\epsilon_r(\infty)$ ialah pemalar dielektrik pada frekuensi tinggi.

(50/100)

...6/-

(c) Jika $\tau = 10^{-11}$ s, hitungkan;

- (i) frekuensi ω_c yang mana ϵ_r'' mempunyai nilai maksimum dan
- (ii) frekuensi ω_1 dan ω_2 yang mana ϵ_r'' adalah setengah nilai maksimum.

(30/100)

5. (a) Huraikan dengan ringkas asalan kediagnetan 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 $L = 0$, $S = 1/2$ dan $J = 1/2$. 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) 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)

- oooOOooo -