

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan KSCP  
Sidang Akademik 1997/98

April 1998

ZCT 407/3 - Ilmu Fizik Keadaan Pepejal II

Masa: [3 jam]

---

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

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

1. (a) Lukiskan zon Brillouin pertama, kedua dan ketiga bagi suatu kekisi dua dimensi segiempat tepat dengan nisbah jarak di antara atom di dalam sel primitifnya ialah  $2a:a$ .  
(20/100)
- (b) Tunjukkan bahawa luas ketiga-tiga zon Brillouin dalam (a) adalah sama.  
(20/100)
- (c) Fungsi gelombang Bloch bagi elektron hampir bebas diberikan sebagai

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

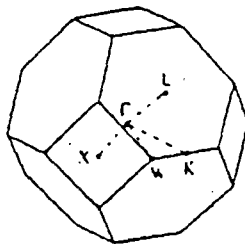
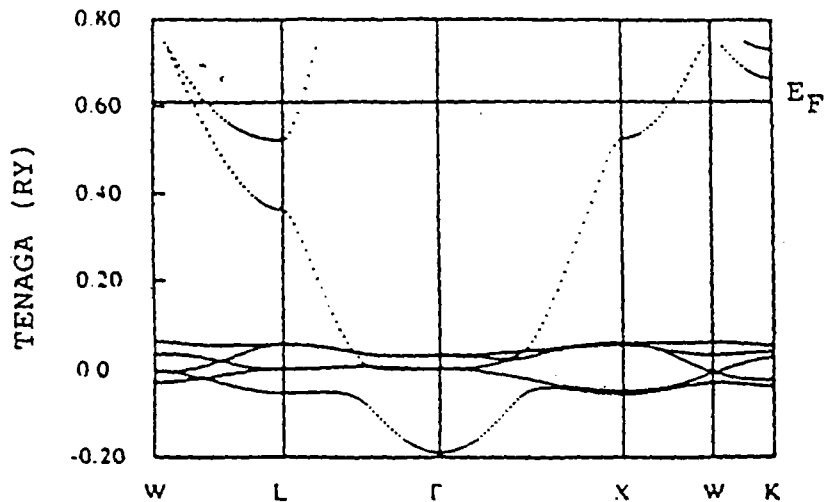
dengan  $n$  ialah indeks jalur,  
 $\mathbf{k}$  ialah indeks vektor gelombang,  
 $\mathbf{r}$  ialah vektor kedudukan dan  
 $u_{n\mathbf{k}}$  ialah fungsi Bloch yang berkala dengan  $\mathbf{r}$ .

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) Lakarkan secara berskema ketumpatan keadaan elektronik di dalam zon Brillouin pertama bagi satu gas yang terdiri daripada elektron-elektron bebas tak degenerat 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)

...3/-

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

(20/100)

(d) Satu 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 menentukan pergerakan elektron tersebut.

(30/100)

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

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

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

(30/100)

(c) Takrifkan kedalaman tembusan fluks London  $\lambda_L$ .

(20/100)

(d) Buktikan bahawa ketumpatan fluks pada jarak  $x$  ke dalam suatu plat superkonduktor dengan ketebalan  $2\delta$  diberikan sebagai

$$B(x) = B_a \frac{\text{kosh}(x / \lambda_L)}{\text{kosh}(\delta / \lambda_L)}$$

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

(30/100)

...4/-

4. (a) Huraikan dengan ringkas maksud 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) 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,  $\gamma$  and  $\omega_0$  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  $\omega_c$  yang diberikan sebagai

$$\omega_c = \omega_0 \left[ \frac{\left( 2 - \frac{\gamma^2}{\omega_0^2} \right) + \sqrt{\left( 2 - \frac{\gamma^2}{\omega_0^2} \right)^2 + 12}}{6} \right]^{1/2}$$

(30/100)

5. (a) Huraikan dengan ringkas asalan kedia magnetan dan keparamagnetan dalam penambat.

(30/100)

...5/-

- (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 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) 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)