

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2002/2003

Februari – Mac 2003

**ZCT 317/3 - 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. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

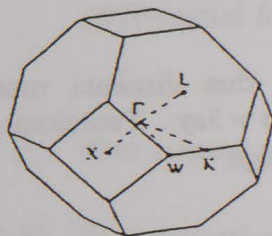
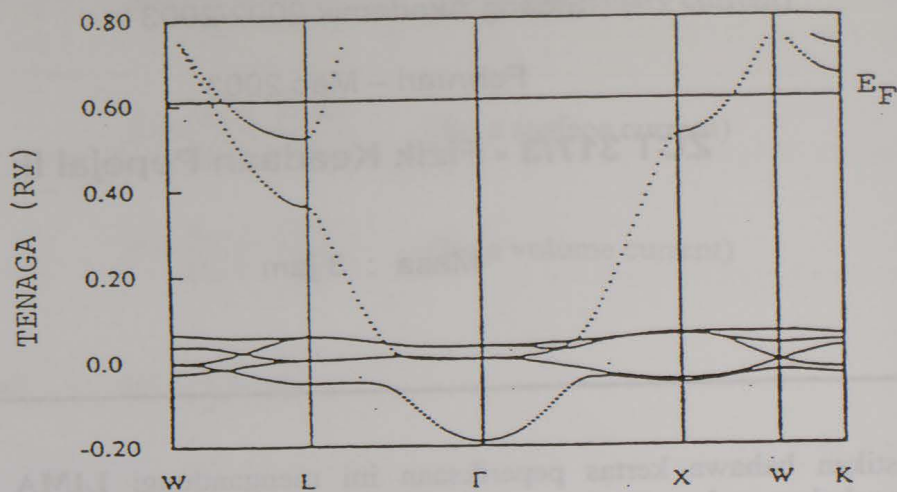
1. (a) Suatu kekisi dua dimensi mempunyai vektor-vektor translasi primitif  $\mathbf{a} = a\mathbf{x}$  dan  $\mathbf{b} = 3a\mathbf{y}$ . Tentukan kawasan-kawasan zon Brillouin pertama, kedua dan ketiga. (30/100)
- (b) Tunjukkan bahawa luas ketiga-tiga zon Brillouin yang ditentukan dalam soalan (a) adalah sama. (20/100)
- (c) Fungsi gelombang Bloch bagi elektron hampir bebas dapat ditulis dalam bentuk

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

dengan  $n$  ialah indeks jalur,  $\mathbf{k}$  ialah vektor gelombang,  $\mathbf{r}$  ialah vektor kedudukan dan  $u_{\mathbf{n}\mathbf{k}}$  ialah fungsi Bloch yang berkala dengan  $\mathbf{r}$ . Tunjukkan bahawa tenaga bagi elektron hampir bebas ini adalah berkala di dalam ruang kekisi resiprokal. (30/100)

...2/-

- (d) Struktur jalur tenaga dan zon Brillouin pertama yang sepadan bagi suatu hablur diwakili oleh rajah-rajah di bawah.



- (i) Jelaskan ciri-ciri utama yang wujud pada struktur jalur tenaga tersebut.
- (ii) Kenapakah unsur tersebut adalah logam?
- (iii) Apakah kekisi hablurnya?

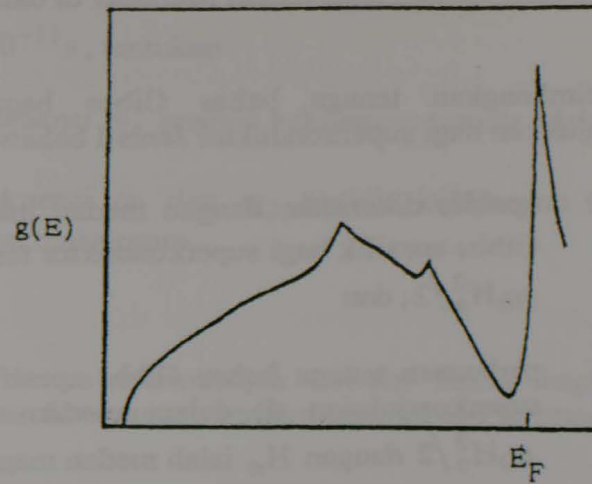
(20/100)

2. (a) Terangkan kewujudan "singulariti van Hove" dalam ketumpatan keadaan elektronik.

(20/100)

- (b) Perihalkan dengan jelas lengkung ketumpatan keadaan elektronik bagi berilium (Be) seperti yang ditunjukkan oleh rajah di bawah.

...3/-

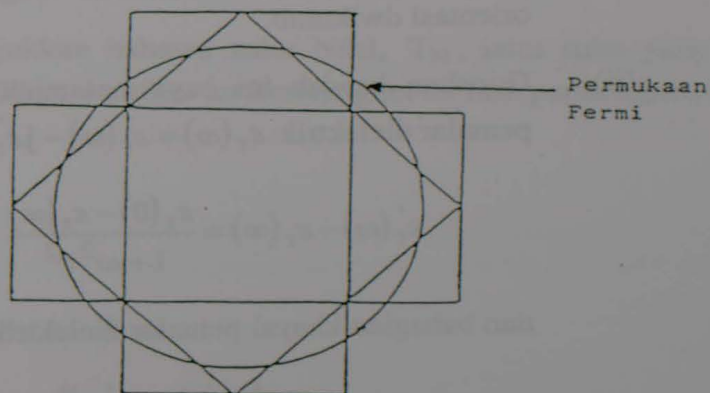


(30/100)

- (c) Suatu elektron dengan halaju  $\mathbf{v} = (v_x, v_y, v_z)$  dikenakan dengan medan magnet  $\mathbf{H} = (0, 0, H_z)$ . Tentukan bentuk pergerakan elektron tersebut di dalam ruang Bravais dan resiprokal menggunakan model semiklasik dinamik elektron.

(30/100)

- (d) Rajah di bawah menunjukkan permukaan Fermi bagi logam kuadruvalens dua dimensi. Elektron di dalam logam kuadruvalens ini mengalami keupayaan berkala.



Bincangkan dengan jelas dua jenis orbitan pada permukaan Fermi apabila logam kuadruvalens ini dikenakan dengan medan magnet  $\mathbf{H}$  yang arahnya keluar dari muka surat kertas.

(20/100)

...4/-

3. (a) Takrifkan dengan jelas Kesan Meissner di dalam suatu superkonduktor. (20/100)
- (b) Pertimbangkan tenaga bebas Gibbs bagi suatu sistem bermagnet. Tunjukkan bagi superkonduktor Jenis-I bahawa
- (i) apabila dikenakan dengan medan magnet luar  $H_a$ , tenaga bebas Gibbs spesifik bagi superkonduktor tersebut meningkat dengan nilai  $\mu_0 H_a^2 / 2$ , dan
- (ii) perbezaan tenaga bebas Gibbs spesifik antara keadaan biasa dan superkonduksian di dalam medan magnet sifar diberi sebagai  $\mu_0 H_c^2 / 2$  dengan  $H_c$  ialah medan magnet genting. (60/100)
- (c) Lakarkan keputusan-keputusan bagi soalan (b)(i) dan (b)(ii) secara graf menggunakan graf yang sama. (20/100)

4. (a) Bincangkan mekanisme-mekanisme yang dapat menyumbang kepada pengkutuban dielektrik pada frekuensi-frekuensi yang berbeza. (20/100)
- (b) (i) Jelaskan anggapan-anggapan yang diguna dalam kaedah penghampiran masa santaian bagi menentukan pengkutuban orientasi dwikutub.
- (ii) Gunakan kaedah ini bagi menunjukkan bahawa bahagian hakiki pemalar dielektrik  $\epsilon_r(\omega) = \epsilon_r'(\omega) - j\epsilon_r''(\omega)$  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  $\tau$  ialah masa santaian,  $\omega$  ialah frekuensi dan  $\epsilon_r(\infty)$  ialah pemalar dielektrik pada frekuensi tinggi. (50/100)

- (d) Jika  $\tau = 10^{-11}$  s, tentukan
- (i) frekuensi  $\omega_c$  apabila kehilangan tenaga adalah maksimum, dan
  - (ii) frekuensi  $\omega_1$  dan  $\omega_2$  apabila kehilangan tenaga adalah setengah nilai maksimum.
- (30/100)

5. (a) Huraikan secara mikroskopik ciri-ciri utama bagi dwikutub magnet di dalam bahan feromagnet, antiferomagnet dan ferimagnet.
- (20/100)

- (b) (i) Bincangkan dengan jelas Teori Medan Min bagi bahan antiferomagnet.
- (ii) Pertimbangkan pemagnetan setiap subkekisi di dalam bahan antiferomagnet ini dan tunjukkan bahawa Teori Medan Min dan Hukum Curie meramalkan kerentanan dalam fasa paramagnet yang berbentuk

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

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

- (iii) Tunjukkan bahawa suhu Néel,  $T_N$ , iaitu suhu yang menentukan peralihan dari fasa antiferomagnet ke fasa paramagnet, ialah  $Cv$ .

(80/100)

3. (a) ... (b) ...

... (c) ...

(30100) ...

(30100) ...

(30100) ...

(30100) ...

(30100) ...

(30100) ...

(30100) ...

(30100) ...

(30100) ...

(30100) ...

(30100) ...