

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 1994/95

April 1995

ZSC 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) Takrifkan ketumpatan keadaan elektronik  $N(E)$  di dalam suatu pepejal dan buktikan bahawa bagi satu sistem elektron bebas anda dapat tulis  $N(E) \propto E^{\frac{1}{2}}$ .

(30 markah)

- (b) Jelaskan maksud sebutan 'singulariti Van Hove' dan bagaimana fenomena ini terhasil.

(20 markah)

- (c) Secara kualitatif lakarkan ketumpatan keadaan bagi semilogam dwivalens kubus berpusat muka Be, dengan menandakan tenaga Fermi dan singulariti-singulariti Van Hove-nya, dan menerangkan kenapa singulariti-singulariti tersebut berlaku tepat pada kedudukan yang dilakarkan.

(30 markah)

- (d) Tunjukkan kenapa teknik pancaran sinar-X lembut dijangka dapat menghasilkan satu pengukuran bagi lebar jalur dalam kes Be di atas.

(20 markah)

2. (a) Nyatakan dan berikan komen tentang persamaan-persamaan gerakan semiklasik bagi elektron-elektron Bloch.

(20 markah)

...2/-

(b) Buktikan bahawa

- (i) di dalam satu medan elektrik gunaan yang malar tanpa kehadiran satu medan magnet, satu jalur yang penuh 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,
- (iii) jisim berkesan bagi satu elektron berdekatan dengan bahagian atas suatu jalur adalah negatif.

(60 markah)

(c) Tunjukkan bahawa suatu mekanisme wujud yang mengizinkan sesetengah logam polivalens mempunyai pemalar-pemalar Hall yang berlawanan tanda daripada apa yang dijangkakan oleh model Sommerfeld.

(20 markah)

3. (a) Dengan mempertimbangkan tenaga bebas Gibbs bagi suatu sistem magnet, tunjukkan bagi satu superkonduktor Jenis-I bahawa:

- (i) penggunaan satu medan magnet  $H_a$  meningkatkan tenaga bebas tentu superkonduktor sebanyak  $\mu_0 H_a^2 / 2$ ,
- (ii) perbezaan tenaga bebas tentu antara keadaan biasa dan superkonduksian di dalam medan sifar diberi sebagai  $\mu_0 H_C^2 / 2$ , dengan  $H_C$  ialah medan genting.

(60 markah)

(b) Seterusnya dapatkan ungkapan-ungkapan bagi perbezaan entropi dan muatan haba di dalam keadaan superkonduksian dan biasa, dan lakarkan keputusan-keputusan ini secara grafik.

(20 markah)

...3/-

- (c) Medan genting dikaitkan secara hampiran kepada suhu oleh perhubungan parabola  $H_C(T) = H_0\{1-(T/T_C)^2\}$ , dengan  $H_0$  ialah medan genting pada sifar mutlak. Pada suhu berapakah muatan haba fasa biasa bagi plumbum adalah sama dengan muatan haba fasa superkonduksiannya?

[Bagi plumbum,  $T_C = 7.2$  K dan  $H_0 = 6.4 \times 10^4$  Am<sup>-1</sup>]

(20 markah)

4. (a) Perihalkan secara ringkas model penyerapan resonans bagi pengkutuban elektronik suatu bahan dielektrik, dan tuliskan persamaan pembezaan yang mengasaskan model ini.

(20 markah)

- (b) Tanpa perincian matematik, perihalkan bagaimana model ini menghasilkan ungkapan-ungkapan bagi bahagian hakiki ( $\epsilon'$ ) dan khayal ( $\epsilon''$ ) pemalar dielektrik relatif kepada vakum yang diberi sebagai

$$\epsilon'(\omega) = 1 + \frac{A(\omega_1^2 - \omega^2)}{[(\omega_1^2 - \omega^2)^2 + \gamma^2\omega^2]}$$

$$\epsilon''(\omega) = \frac{A\gamma\omega}{[(\omega_1^2 - \omega^2)^2 + \gamma^2\omega^2]}$$

dengan  $A$ ,  $\gamma$  dan  $\omega_1$  ialah pemalar-pemalar. Lakarkan bentuk lengkung bagi  $\epsilon'$  dan  $\epsilon''$  melawan  $\omega$ , dengan menandakan secara jelas nilai-nilai penghad pada frekuensi rendah dan tinggi.

(60 markah)

- (c) Tunjukkan bahawa  $\epsilon''$  mempunyai satu maksimum pada frekuensi  $\omega_c$  yang diberi sebagai

$$\omega_c = \omega_1 \left[ \frac{\left(2 - \frac{\gamma^2}{2}\right) + \sqrt{\left(2 - \frac{\gamma^2}{2}\right)^2 + 12}}{6} \right]$$

(20 markah)

...4/-

5. (a) Dalam sebutan susunan struktur bagi dwikutub-dwikutub magnet, bagaimanakah keferomagnetan, keantiferomagnetan dan keferimagnetan dibezakan antara satu sama lain?

(30 markah)

- (b) Perihalkan model medan min bagi keantiferomagnetan dan tuliskan persamaan-persamaan pemagnetan bagi setiap sub-kekisi di dalam medan  $B_0$  pada suhu  $T$ .

(30 markah)

- (c) Tunjukkan bahawa model ini meramalkan kerentanan  $\chi_m$  di dalam rantau keparamagnetan yang berbentuk

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

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

(30 markah)

- (d) Bagaimanakah model ini perlu diubah bagi memerihalkan keferimagnetan?

(10 markah)