

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1997/98

Februari 1998

ZCT 407/3 - 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. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Jelaskan maksud sebutan "kekisi resiprokal" dan tunjukkan perkaitannya dalam serakan kenyal sinar-X oleh hablur. (20/100)
- (b) Tunjukkan bahawa kekisi resiprokal bagi struktur kubus ringkas ialah juga kubus ringkas dan kekisi resiprokal bagi kekisi kubus berpusat muka ialah kubus berpusat jasad. (30/100)
- (c) Tunjukkan bahawa zon Brillouin pertama bagi satu kekisi kubus ringkas dua dimensi dengan pemalar kekisi a ialah satu segiempat sama bersisi $2\pi/a$. (20/100)
- (d) Tunjukkan bagaimana, di bawah keadaan-keadaan tertentu, satu hablur kubus ringkas dua dimensi dengan dua elektron se unit sel boleh menjadi satu logam, satu semilogam, satu penebat atau satu semikonduktor.
(Anda boleh anggapkan tanpa pembuktian bahawa bilangan elektron di dalam pepejal adalah bilangan sebenar yang diperlukan bagi mengisi satu jalur sepenuhnya). (20/100)

...2/-

- (e) Jika pepejal dalam (d) terbukti merupakan satu semilogam, terangkan kenapa sambutannya terhadap satu medan magnet berkemungkinan secara elektrikanya agak ganjil. (10/100)
2. (a) Bagi model elektron bebas, tunjukkan bahawa bilangan keadaan elektron yang diizinkan se unit julat tenaga $g(E)$ adalah berkadar kepada $E^{1/2}$. (20/100)
- (b) Terangkan maksud sebutan "singulariti Van Hove" dan nyatakan bagaimana fenomena sebegini timbul. (20/100)
- (c) Lakarkan secara kualitatif ketumpatan keadaan bagi semilogam dwivalens kubus berpusat muka Be, dengan menandakan juga tenaga Fermi dan singulariti-singulariti Van Hove nya dan menerangkan kenapa singulariti-singulariti tersebut berlaku tepat pada kedudukan-kedudukan yang ditandakan. (40/100)
- (d) Tunjukkan kenapa teknik pancaran sinar-X lembut dijangkakan dapat memberikan satu pengukuran bagi lebar jalur bagi kes seperti Be di atas. (20/100)
3. (a) Jelaskan perbezaan antara superkonduktor jenis I dan II. (10/100)
- (b) Tunjukkan bagaimana tiga medan genting yang disekutukan dengan superkonduktor (H , H_{c1} and H_{c2}) timbul dan terangkan faktor-faktor yang menentukan mereka. (20/100)
- (c) Bermula dari ungkapan tenaga bebas Gibbs bagi satu sistem magnet, dapatkan satu ungkapan bagi perbezaan entropi antara keadaan biasa dan superkonduksian bagi satu superkonduktor jenis I. Seterusnya

...3/-

dapatkan perbezaan bagi muatan haba spesifik se unit isipadu antara keadaan-keadaan superkonduktor tersebut. Lakarkan keputusan-keputusan anda sebagai fungsi suhu.

(40/100)

- (d) Perubahan suhu secara ujikaji bagi medan genting satu superkonduktor jenis I diberi secara hampiran oleh $H_c(T) = H_0[1 - (T/T_c)^2]$ dengan H_0 ialah medan genting pada sifar mutlak dan T_c ialah suhu peralihan. Tunjukkan bahawa perbezaan dalam muatan haba spesifik se unit isipadu antara keadaan biasa dan superkonduksian diberi sebagai

$$c_n - c_s = \frac{2H_0^2 \mu_0}{T_c} \left[\frac{T}{T_c} - 3 \left(\frac{T}{T_c} \right)^3 \right]$$

(30/100)

4. (a) Bincangkan mekanisme-mekanisme yang dapat menyumbang kepada pengkutuban dielektrik pada frekuensi-frekuensi yang pelbagai.

(20/100)

- (b) Bagi model pengkutuban orientasi dwikutub, terbitkan persamaan-persamaan Debye berikut menggunakan pemalar dielektrik kompleks $\epsilon_r(\omega) = \epsilon_r'(\omega) - j\epsilon_r''(\omega)$,

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

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

dengan $\epsilon_r(\infty)$ ialah pemalar dielektrik frekuensi tinggi, τ ialah masa santaian tunggal, dan ω ialah frekuensi.

(50/100)

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

- (i) frekuensi ω_c bila ϵ_r'' mempunyai satu nilai maksimum,
- (ii) frekuensi ω_1 dan ω_2 bila ϵ_r'' mempunyai setengah nilai maksimumnya.

(30/100)

5. (a) Terangkan sifat feromagnet, antiferomagnet, dan ferimagnet.

(15/100)

(b) Gunakan model medan min antiferomagnet bagi memperoleh persamaan-persamaan bagi pemagnetan setiap subkekisi di dalam satu medan gunaan B_0 pada suhu T .

(30/100)

(c) Tunjukkan bahawa model ini meramalkan kerentanan χ_m di dalam rantau paramagnet berbentuk

$$\chi_m = \frac{K}{T + \theta_N}$$

dengan K dan θ_N ialah pemalar-pemalar.

(40/100)

(d) Tunjukkan bahawa pemalar θ_N dapat dikenal pasti sebagai T_N , iaitu suhu Néel apabila peralihan dari antiferomagnet ke paramagnet berlaku.

(15/100)