

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2000/2001

Februari/Mac 2001

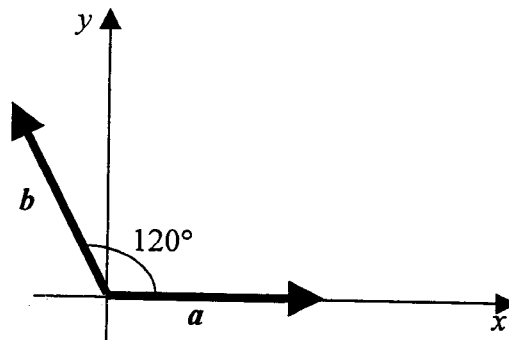
ZCT 317/3 - Ilmu Fizik Keadaan Pepejal II

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. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

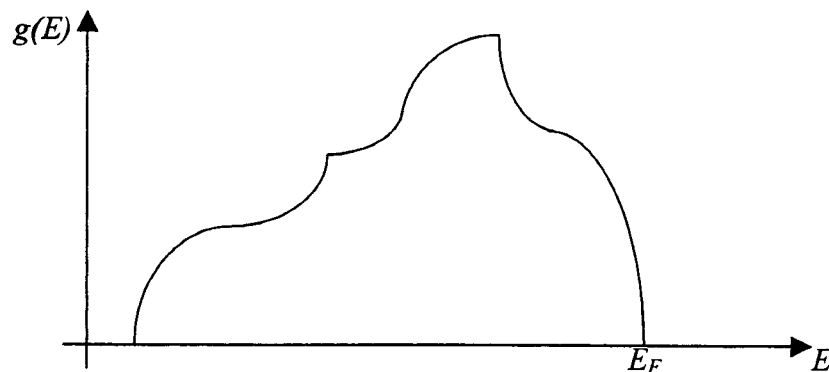
1. (a) Rajah di bawah menunjukkan vektor-vektor translasi primitif a dan b bagi satu kekisi Bravais dua dimensi. Magnitud a dan b adalah sama dan sudut di antara mereka ialah 120° .



- (i) Tentukan vektor-vektor translasi primitif A dan B kekisi resiprokalnya.
- (ii) Lukiskan dengan jelas di atas kertas graf vektor-vektor A dan B tersebut.
- (iii) Nyatakan jenis kekisi resiprokal dua dimensi yang dihasilkan.
- (iv) Tandakan dengan jelas kawasan zon Brillouin pertama.
- (v) Hitungkan luas zon Brillouin pertama tersebut.

(50/100)

- (b) Terangkan dengan jelas kewujudan jurang tenaga di pinggir zon Brillouin pertama bagi elektron yang bergerak di dalam keupayaan berkala dengan merujuk kepada syarat Laue bagi pembelauan elektron di dalam satu kekisi linear dengan pemalar kekisi a .
(25/100)
- (c) Elektron luar di dalam logam kuprum (Cu) bersifat seperti elektron bebas dalam keadaan s . Kekisi resiprokal Cu berbentuk kubus berpusat jasad dengan titik terdekat ke pinggir zon Brillouin pertama adalah setengah jarak ke titik $(2\pi/a)(1,1,1)$ dengan a ialah pemalar kekisi bagi kekisi Bravais Cu .
- (i) Tunjukkan bahawa permukaan sfera Fermi tidak menyentuh pinggir zon Brillouin pertama.
(ii) Terangkan bagaimana sfera Fermi tersebut dapat menyentuh pinggir zon Brillouin pertama menerusi kewujudan “leher-leher”.
(25/100)
2. (a) Pertimbangkan satu gas elektron bebas di dalam kekisi Bravais segiempat sama dengan pemalar kekisi a . Tunjukkan bahawa ketumpatan keadaan elektronik $g(E)$ adalah malar, dengan E ialah tenaga elektron.
(20/100)
- (b) Jelaskan kewujudan “singulariti van Hove” di dalam ketumpatan keadaan elektronik $g(E)$.
(20/100)
- (c) Ketumpatan keadaan elektronik $g(E)$ bagi satu gas elektron bebas tiga dimensi adalah berkadar terus dengan $E^{1/2}$. Rajah di bawah menunjukkan $g(E)$ lawan E bagi satu logam alkali monovalens sembarangan. Jelaskan kenapa $g(E)$ berbentuk begitu dengan merujuk kepada penghunian elektron di dalam zon-zon Brillouin. E_F ialah paras tenaga Fermi.



(20/100)

... 2/-

- (d) Gunakan persamaan-persamaan gerakan semiklasik elektron-elektron Bloch bagi menunjukkan bahawa
- (i) satu jalur tenaga yang dipenuhi elektron tidak menyumbang kepada arus apabila dikenakan dengan satu medan elektrik gunaan yang malar,
 - (ii) satu elektron memerihalkan satu orbit di dalam ruang- k yang berada pada satu permukaan bertenaga malar apabila dikenakan dengan satu medan magnet gunaan yang malar, dan
 - (iii) jisim berkesan bagi satu elektron berdekatan dengan puncak satu jalur tenaga adalah negatif.
- (40/100)
3. (a) Takrifkan Kesan Meissner di dalam satu bahan superkonduktor yang mengalami kesuperkonduksian.
- (20/100)
- (b) Pertimbangkan ungkapan tenaga bebas Gibbs bagi satu sistem bermagnet.
- (i) Terbitkan persamaan bagi perbezaan entropi seunit isipadu antara keadaan biasa dan kesuperkonduksian bagi superkonduktor jenis I.
 - (ii) Seterusnya terbitkan persamaan perbezaan muatan haba tentu seunit isipadu antara keadaan kesuperkonduksian dan biasa bagi superkonduktor tersebut.
 - (iii) Lakarkan persamaan-persamaan bagi (i) dan (ii) sebagai fungsi suhu.
- (50/100)
- (c) Perubahan medan genting dengan suhu bagi superkonduktor jenis I secara hampirannya diberi oleh eksperimen sebagai

$$H_c(T) = H_0 \left[1 - \left(\frac{T}{T_c} \right)^2 \right]$$

dengan H_0 ialah medan genting pada suhu sifar mutlak dan T_c ialah suhu peralihan. Tunjukkan bahawa perbezaan muatan haba tentu seunit isipadu antara keadaan biasa dan kesuperkonduksian diberi sebagai

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

dengan H_a ialah medan magnet gunaan.

(30/100)

... 4/-

4. (a) Huraikan dengan jelas 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

$$\epsilon_r'(\omega) = 1 + \frac{A(\omega_0^2 - \omega^2)}{\left[(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \gamma^2 \omega^2 \right]}$$

$$\epsilon_r''(\omega) = \frac{A\gamma\omega}{\left[(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \gamma^2 \omega^2 \right]}$$

dengan A , γ dan ω_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 satu frekuensi ω_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/-

5. (a) Bincangkan dengan jelas asalan kediagnetan dan keparamagnetan.

(30/100)

- (b) Persamaan bagi pemagnetan kuantum diberi oleh

$$M = \frac{N \sum_{m_J=-J}^J (g\mu_B m_J) \exp\left(\frac{g\mu_B m_J B}{k_B T}\right)}{\sum_{m_J=-J}^J \exp\left(\frac{g\mu_B m_J B}{k_B T}\right)}$$

dengan sebutan-sebutan mempunyai maksud yang sama seperti dalam nota.

Pertimbangkan satu garam paramagnet dalam bentuk larutan mengandungi ion-ion dengan momen magnet yang ditentukan oleh nombor-nombor kuantum $L=0$, $S=1/2$ dan $J=1/2$.

- (i) Terbitkan persamaan bagi pemagnetan kuantum M yang dihasilkan oleh medan magnet B pada suhu T .
- (ii) Tuliskan persamaan hampiran yang bersesuaian bagi M pada T tinggi dan rendah.
- (iii) Lakarkan perubahan M dengan T bagi kedua-dua persamaan dalam (ii).

(70/100)

- 000 O 000 -