

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 1992/93

Oktober/November 1992

ZSC 307/2 - Ilmu Fizik Keadaan Pepejal I

Masa : (2 jam)

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

Jawab kesemua EMPAT soalan.

Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

Pemalar-Pemalar:

Jisim Elektron Bebas =  $m = 9.1095 \times 10^{-31} \text{ kg}$

$\frac{\text{Pemalar Planck}}{2\pi} = \frac{h}{2\pi} = \hbar = 1.05459 \times 10^{-34} \text{ Js}$

Pemalar Boltzmann =  $k_B = 1.3807 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ .

1. (a) Perihalkan dengan jelas

- (i) Kekisi Bravais dan
- (ii) Kekisi Resiprokal.

(20/100)

(b) Tunjukkan bahawa sudut di antara sebarang dua garisan (ikatan) yang menghubungkan satu atom C ke empat atom C jiran terdekat yang lain di dalam kekisi intan ialah  $109^\circ 28'$ .

(20/100)

(c) Vektor-vektor primitif bagi kekisi Bravais heksagonal ringkas dapat diberi sebagai

$$\underline{a}_1 = a\hat{x} ; \quad \underline{a}_2 = \frac{a}{2}\hat{x} + \frac{\sqrt{3}}{2}a\hat{y} ; \quad \underline{a}_3 = c\hat{z}$$

dengan  $\hat{x}$ ,  $\hat{y}$  dan  $\hat{z}$  ialah vektor-vektor unit dalam arah paksi x, y dan z.

- (i) Tentukan vektor-vektor kekisi resiprokalnya.
- (ii) Hitungkan magnitud vektor-vektor kekisi resiprokal tersebut.
- (iii) Lakarkan bentuk kekisi resiprokal tersebut dengan merujuk kepada paksi x, y dan z.
- (iv) Nyatakan bentuk kekisi resiprokal tersebut dan perbezaannya (sekiranya ada) dengan kekisi Bravais heksagonal ringkas.

(60/100)

2. (a) Di dalam satu kekisi linear monoatom terdapat N atom berjisim m yang setiap satunya mengalami tindakan bersaling dengan jiran terdekat sahaja. Jarak keseimbangan di antara atom ialah a dan pemalar daya yang terlibat ialah  $\mu$ .

- (i) Terbitkan satu persamaan bagi perhubungan sebaran kekisi linear monoatom ini dalam sebutan m, a,  $\mu$  dan vektor gelombang k.
- (ii) Dapatkan satu persamaan bagi tenaga satu fonon yang disekutukan dengan mod berfrekuensi sudut maksimum.
- (iii) Tentukan bilangan mod yang mempunyai vektor gelombang di antara k dan k + dk dalam sebutan N, a dan dk.
- (iv) Tunjukkan bahawa ketumpatan mod (keadaan) diberi sebagai

$$g(\omega) = \left(\frac{2N}{\pi}\right) (\omega_m^2 - \omega^2)^{-\frac{1}{2}}$$

dengan  $\omega_m$  ialah frekuensi sudut maksimum.

(70/100)

(b) Dalam satu ujikaji bagi menentukan haba spesifik  $C_V$  sesuatu logam, didapati graf  $\frac{C_V}{T}$  lawan suhu  $T^2$  menghasilkan satu garis lurus yang memintas paksi  $\frac{C_V}{T}$ .

Perihalkan dengan terperinci maksud graf ini.

(30/100)

3. (a) Terangkan dengan jelas Petua Matthiessen bagi kerintangan elektrik.

(20/100)

- (b) (i) Gunakan Persamaan Schrödinger bagi menunjukkan bahawa tenaga Fermi bagi gas elektron pada keadaan dasar ialah

$$E_F = \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 n)^{2/3}$$

dengan  $m$  dan  $n$  masing-masing ialah jisim dan kepekatan elektron.

- (ii) Logam K mempunyai kepekatan elektron  $1.4 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$ . Tentukan vektor gelombang Fermi, halaju Fermi dan tenaga Fermi jika jisim berkesan elektron tersebut adalah sama dengan jisim elektron bebas.

(40/100)

- (c) Tunjukkan dengan jelas bahawa persamaan

$$\left( \frac{-\partial f(E)}{\partial E} \right)$$

bagi taburan Fermi-Dirac  $f(E)$  dalam keadaan teruja adalah bersimetri cermin dan bernilai maksimum pada tenaga  $E = E_F$ .

(40/100)

4. (a) Bincangkan dengan jelas proses penyerapan optik bagi menentukan jurang jalur  $E_g$  di dalam hablur

- (i) jurang terus dan  
(ii) jurang tak terus.

(40/100)

- (b) Dalam satu ujikaji Kesan Hall ke atas semikonduktor Ge intrinsik, data-data berikut diperolehi bagi kepekatan pembawa elektron pada suhu-suhu tertentu.

...4/-

Kepekatan Pembawa Elektron $n_i$ ( $m^{-3}$ )	Suhu T(K)
$7.6 \times 10^{15}$	200
$4.9 \times 10^{16}$	215
$2.1 \times 10^{17}$	230
$7.5 \times 10^{17}$	245
$2.5 \times 10^{18}$	260
$7.8 \times 10^{18}$	275
$2.1 \times 10^{19}$	290
$5.2 \times 10^{19}$	305

- (i) Tentukan jurang jalur  $E_g$  bagi Ge intrinsik tersebut dengan memplot satu graf yang bersesuaian.
- (ii) Adakah nilai jurang jalur yang diperolehi lebih jitu jika dibandingkan dengan nilainya yang diperolehi daripada penyerapan optik? Jelaskan jawapan anda.

(60/100)