

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Tambahan
Sidang 1989/90

Jun 1990

ZSC 307/2 Ilmu Fizik Keadaan Pepejal I

Masa : [2 jam]

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

Jawab KESEMUA EMPAT soalan.
Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Terangkan dengan jelas

- (i) kekisi Bravais,
- (ii) kekisi Resiprokal, dan
- (iii) zon Brillouin.

(30/100)

(b) Bagi suatu kekisi kubus ringkas, lakarkan satah-satah yang berikut:

- (i) (110)
- (ii) (1 $\bar{1}$ 1) dan
- (iii) (2 $\bar{1}$ 0)

(15/100)

(c) Bincangkan dengan jelas perbezaan antara struktur terapat-padat heksagon (hcp) dan struktur terapat-padat kubus berpusat muka (fcc).

(25/100)

(d) Tunjukkan bahawa nisbah c dan a bagi struktur terapat-padat heksagon yang unggul ialah:

$$c/a = (8/3)^{\frac{1}{2}} = 1.633.$$

(30/100)

2. (a) Tunjukkan dengan jelas bahawa perhubungan sebaran bagi suatu kekisi linear monoatom ialah:

$$\omega = \pm 2(\mu/m)^{1/2} \sin\left(\frac{ka}{2}\right)$$

dengan μ ialah pemalar kekadaran Hooke,
 m ialah jisim atom,
 a ialah pemalar kekisi dan
 k ialah vektor gelombang.

(40/100)

- (b) Tuliskan persamaan perhubungan sebaran bagi kekisi linear dwiatom (jisim dua jenis atom ialah m dan M dengan $m < M$, dan jarak di antara atom-atom ialah a).

(10/100)

- (c) Nyatakan dengan jelas perbezaan antara perhubungan sebaran kekisi linear monoatom dan dwiatom dengan merujuk kepada lakaran perhubungan sebaran mereka.

(25/100)

- (d) Ketumpatan keadaan $g(\omega)$ bagi fonon dalam 3-dimensi adalah berkadar terus dengan ω^2 . Keputusan eksperimen menunjukkan bahawa terdapat ketakselanjaran $g(\omega)$ pada frekuensi-frekuensi tertentu. Kenapa?

(25/100)

3. (a) Bermula dengan Persamaan Schrödinger bagi elektron bebas iaitu:

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \psi_{\underline{k}}(\underline{r}) = E_{\underline{k}} \psi_{\underline{k}}(\underline{r})$$

tunjukkan bahawa tenaga Fermi bagi elektron bebas tersebut pada keadaan dasar diberi oleh persamaan:

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

dengan n ialah kepekatan elektron bebas.

(40/100)

- (b) Logam Na mempunyai kepekatan elektron $2.65 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$. Tentukan halaju elektron pada permukaan Fermi Na jika jisim berkesan bagi elektron tersebut adalah sama seperti jisim elektron bebas.

(20/100)

- (c) (i) Jelaskan ciri-ciri utama taburan Fermi-Dirac $f(E)$ pada keadaan dasar dan teruja.
(ii) Tunjukkan bahawa pada keadaan teruja,

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

bagi taburan Fermi-Dirac adalah bersimetri cermin dan bernilai maksimum pada tenaga $E = E_F$.

(40/100)

4. (a) Bincangkan dengan jelas perbezaan antara jurang terus dan jurang tak terus bagi semikonduktor, dan berikan contoh semikonduktor tersebut bagi setiap kes.

(30/100)

- (b) Diberi dua semikonduktor silikon (Si). Satu didop dengan arsenik (As) dan yang satu lagi didop dengan boron (B). Bincangkan dengan jelas jenis kedua-dua semikonduktor Si ini dengan merujuk kepada paras tenaga Si, As dan B.

(40/100)

- (c) Di dalam suatu semikonduktor terdapat 10^{13} penderma/ cm^3 dengan tenaga pengionan 1 meV dan jisim berkesan $0.01 m_0$ (m_0 ialah jisim elektron bebas). Hitungkan kepekatan elektron konduksi pada suhu 4 K dengan mengangap atom penerima tidak wujud dan $E_g \gg k_B T$.

(30/100)