

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1997/98

September 1997

ZCC 541/4 - Teori Keadaan Pepejal I

Masa: [3 jam]

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

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

1. (a) Takrifkan Faktor Struktur dan Faktor Bentuk Atomik bagi pembelauan sinaran-X oleh suatu hablur. Bincangkan kes bagi suatu kekisi fcc.

(30/100)

- (b) Tunjukkan bahawa bagi suatu gas elektron dalam 2-D yang bebas dan tak bersandar,

$$n = \frac{m\varepsilon_F}{\pi\hbar^2}$$

di mana n adalah nombor elektron seunit luas, ε_F adalah tenaga Fermi dan m adalah jisim elektron.

(30/100)

- (c) Tunjukkan bahawa bagi suatu gas elektron bebas dalam 3-D, ketumpatan paras $g(\varepsilon)$ adalah diberi oleh

$$g(\varepsilon) = \frac{3}{2} \frac{n}{\varepsilon_F} \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_F} \right)^{1/2}, \quad \varepsilon > 0$$

$$g(\varepsilon) = 0 \quad \varepsilon < 0$$

di mana n adalah ketumpatan elektron dan ε_F adalah tenaga Fermi.

(40/100)

.../2-

2. (a) Buktikan Teorem Bloch bagi fungsi gelombang suatu elektron di dalam suatu keupayaan berkala.

(30/100)

- (b) Analisis mekanik kuantum bagi suatu elektron yang bergerak dalam suatu keupayaan berkala 1-D menghasilkan dua persamaan berikut:

$$\frac{\cos(Ka + \delta)}{a} = \cos(ka)$$

$$\epsilon = \frac{\hbar^2 K^2}{2m}$$

Tenaga bagi elektron itu adalah $\epsilon = \epsilon(k)$, di mana k adalah vektor gelombangnya. Jisim elektron adalah m , a adalah konstan kekisi, t adalah suatu pekali transmisi dengan faktor fasa δ . Jelaskan bagaimana jalur-jalur tenaga dan jurang tenaga akan berlaku daripada penyelesaian kedua-dua persamaan itu.

(40/100)

- (c) Tunjukkan bahawa jurang tenaga adalah sangat sempit apabila sawar keupayaan adalah sangat lemah dan jalur tenaga adalah sempit apabila sawar keupayaan adalah kuat.

(30/100)

3. (a) Jelaskan secara ringkas makna bagi

- (i) fonon
- (ii) ketumpatan paras bagi fonon
- (iii) hubungan sebaran fonon

bagi suatu hablur.

(20/100)

- 3 -

- (b) Timbangkan suatu hablur 1-D dengan ion berselang yang mempunyai jisim m_1 dan m_2 . Anggapkan tindakan bersaling di antara "nearest neighbours" sahaja dengan parameter ketegangan s . Tunjukkan bahawa hubungan sebaran fonon adalah diberi dengan

$$\omega_k^2 = \frac{s}{m_1 m_2} \left[m_1 + m_2 \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + 2m_1 m_2 \cos(ka)} \right]$$

Apakah perbezaan utama apabila dibandingkan dengan hubungan sebaran bagi suatu hablur mono-atom di mana $m_1 = m_2$?

(50/100)

- (c) Hubungan sebaran fonon bagi suatu pepejal 1-D yang harmonik adalah diberi oleh

$$\omega(k) = \omega_0 \left| \sin(ak/2) \right|$$

di mana a adalah jarak inter-atomik. Tunjukkan bahawa ketumpatan paras fonon adalah diberi dengan

$$g(\omega) = \frac{2}{\pi a} (\omega_0^2 - \omega^2)^{-1/2}$$

(30/100)

4. Tulis nota-nota ringkas bagi tajuk berikut:-

- (a) Konduksi lohong dalam suatu pepejal. (25/100)
- (b) Serakan neutron oleh hablur. (25/100)
- (c) Fungsi Wannier. (25/100)
- (d) Kesan-kesan tak harmonik dalam hablur. (25/100)

- ooo0ooo -