

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 1994/95

Oktober/November 1994

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 ini.

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

Pemalar Planck,  $h = 6.63 \times 10^{-34}$  Js

Pemalar Boltzmann,  $K_B = 1.38 \times 10^{-23}$  JK<sup>-1</sup>

1. Di dalam teori Debye, haba tentu sesuatu pepejal adalah seperti berikut:

$$C_V = 9R \left( \frac{T}{\theta_D} \right)^3 \int_0^{\theta_D/T} \frac{x^4 e^x dx}{(e^x - 1)^2}$$

di mana  $x = \frac{\hbar\omega}{K_B T}$ .

- (a) Jelaskan maksud simbol yang digunakan dalam persamaan di atas.
- (b) Tunjukkan bagi suhu tinggi  $T \gg \theta_D$  haba tentu teori Debye bersesuaian dengan pendekatan klasik.
- (c) Bincangkan kesesuaian/atau tidak kesesuaian pendekatan Debye dengan hasil eksperimen.

(25 markah)

...2/-

2. Jadual berikut adalah hasil eksperimen haba tentu bagi sesuatu logam pada suhu rendah.

Jadual 1

T°K	$C_V$ (mJ mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )
1.16	6.52
1.24	7.59
1.32	8.90
1.42	10.49
1.53	12.75
1.65	15.50

- (a) Gunakan secara graf bagi menentukan tenaga Fermi dan suhu Debye bagi logam tersebut.
- (b) Bincangkan hasil eksperimen yang diperolehi.

Diketahui:

$$C_V \text{ (kekisi)} = 12\pi^4 N_A K_B \left(\frac{T}{\theta_D}\right)^3$$

$$C_V \text{ (elektronik)} = \pi^2 N_A K_B \frac{2 T}{E_F}$$

di mana  $E_F$  adalah tenaga Fermi

$$N_A \text{ (bilangan Avagadro)} = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$$

(15 markah)

3. (a) Jadual 2: Pemalar Hall bagi beberapa logam pada 300 K.

Logam	$R_H$ ( $\times 10^{-10} \text{ m}^3 \text{ C}^{-1}$ )
Perak (Ag)	-0.84
Tembaga (Cu)	-0.55
Natrium (Na)	-2.50
Zink (Zn)	+0.30
Kadmium (Cd)	+0.60

Berpandu kepada Jadual 2, beri huraian ringkas nilai-nilai pemalar Hall mengikut:

- (i) pandangan teori elektron bebas  
 (ii) pandangan teori jalur.

(15 markah)

- (b) (i) Jelaskan apakah yang dimaksudkan dengan tenaga Fermi.  
 (ii) Diketahui ketumpatan keadaan elektron

$$g(E) = \frac{1}{2\pi^2} \left(\frac{2m}{\hbar^2}\right)^{3/2} E^{1/2}$$

Tunjukkan tenaga Fermi pada suhu  $T = 0$  K adalah

$$E_F(0) = \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 N)^{2/3}$$

di mana  $N$  adalah bilangan elektron per unit isipadu.

(10 markah)

4. (a) Lakarkan gambarajah ketumpatan keadaan  $g(E)$  lawan tenaga  $E$  bagi kes berikut:

- (i) Logam monovalen  
 (ii) Bahan Penebat.

Tunjukkan kedudukan tenaga Fermi bagi setiap kes di atas serta beri suatu penjelasan yang berkaitan.

(10 markah)

- (b) Suatu semikonduktor tulen ( $E_g = 0.1$  eV) mempunyai kekonduksian  $0.01 \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$  pada  $T = 273^\circ\text{K}$ .

- (i) Tentukan kebarangkalian suatu keadaan pada mana jalur pengkonduksi terhuni.  
 (ii) Berapakah kekonduksian pada  $T = 500$  K?

(25 markah)