

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang 1989/90

Mac/April 1990

ZSC 312/2 Ilmu Mekanik Statistik

Masa : [2 jam]

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

Jawab EMPAT soalan sahaja.

Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

Berat atom kuprum	= 63
Ketumpatan kuprum	= $9 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
Jisim elektron	= $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Pemalar Planck	= $6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$
Nombor Avogadro	= $6.025 \times 10^{23}$
Pemalar Boltzmann	= $1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$
Laju cahaya	= $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
1 unit jisim atom (a.m.u.)	= $1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

1. (a) Suatu himpunan terdiri daripada  $N$  zarah yang boleh dibezakan, dengan setiap satunya berada dalam salah satu daripada dua paras tenaga yang tak degenerat  $\epsilon_1$  dan  $\epsilon_2$ .  $\epsilon_1$  merupakan paras dasar dan  $\epsilon_2$  merupakan keadaan yang teruja iaitu  $\epsilon_2 > \epsilon_1$ . Dengan menggunakan maklumat bahawa tenaga Helmholtz bersifat minimum, tentukan:

- (i) Bilangan zarah dalam paras tenaga teruja.  
(ii) Haba tentu  $C_v$  bagi himpunan tersebut.

(70/100)

- (b) Suatu sistem yang mengandungi  $N$  zarah di dalam isipadu tetap  $V$  dengan suhu  $T$ , mempunyai tenaga purata

$$U = \frac{3}{2} NkT$$

Tunjukkan bahawa entropi boleh ditulis dalam bentuk

$$S = \frac{3}{2} Nk \ln T + \text{pemalar}$$

(30/100)

2. Suatu hablur paramagnet mempunyai  $N$  atom dengan spin  $\frac{1}{2}$  dan momen magnet  $\mu$ . Suhu hablur tersebut adalah  $T$  dan suatu medan magnet  $H$  digunakan. Tunjukkan bahawa pada suhu rendah ( $kT \ll \mu H$ ) entropi  $S$  adalah

$$S = Nk \left( \frac{2\mu H}{kT} \right) e^{-2\mu H/kT}$$

dan pada suhu tinggi ( $kT \gg \mu H$ )

$$S = Nk \ln 2$$

Lakarkan gambarajah

- (i) entropi tersebut dengan suhu dan
- (ii) haba tentu magnet sebagai fungsi suhu.

(100/100)

3. (a) Bermula daripada fungsi taburan untuk foton, tunjukkan (dengan menerangkan langkah-langkah yang digunakan) bahawa ketumpatan tenaga sinaran per unit jarak gelombang di dalam suatu rongga tertutup pada suhu  $T$  diberi oleh

$$E = \frac{8\pi hc}{\lambda^5 (e^{hc/kT\lambda} - 1)}$$

seterusnya lakarkan beberapa lengkung untuk suhu berlainan yang menunjukkan bagaimana ketumpatan tenaga tersebut berubah dengan jarak gelombang.

(50/100)

- (b) Spektrum frekuensi tenaga sinaran daripada suatu bintang (dianggap sebagai penyinar jasad hitam) di dapati mempunyai maksima yang sepadan dengan panjang gelombang

$$\lambda_{\text{mak}} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$$

Hitung suhu bintang.

Diberi penyelesaian untuk  $\frac{d}{dx} \left( \frac{x^3}{e^x - 1} \right) = 0$

ialah  $x = 2.822$ .

(50/100)

4. (a) Suatu sistem pada suhu  $T$  terdiri daripada dua elektron, masing-masing mempunyai 3 keadaan kuantum yang mungkin, dengan tenaga  $0, \epsilon$  dan  $2\epsilon$ . Tuliskan fungsi pembahagian bagi sistem tersebut.

(30/100)

- (b) Satu keadaan makro di dalam suatu sistem mengandungi 3 paras tenaga dengan kedegeneratan 3. Paras pertama mempunyai 3 zarah, paras kedua 2 zarah dan paras akhir, 1 zarah. Tentukan bilangan keadaan mikro yang ada di dalam keadaan makro tersebut jikalau sistem tersebut mematuhi

- (i) statistik Fermi-Dirac, dan  
(ii) statistik Bose-Einstein.

(40/100)

- (c) Taburan Fermi-Dirac diberi dengan persamaan

$$N_i = \frac{g_i}{e^{(\epsilon_i - \epsilon_0)/kT} + 1}$$

Apakah yang diwakili oleh paras tenaga  $\epsilon_0$  dan terangkan maksudnya.

(30/100)

5. (a) Daripada persamaan untuk tenaga bagi gas degenerat Fermi pada  $0\text{ K}$ ,

$$U = \frac{2}{5} C E_F^{5/2}$$

terbitkan ungkapan untuk tekanan  $P$  yang dihasilkan oleh gas tersebut pada suhu yang sama.

(50/100)

...4/-

- (b) Tentukan suhu Fermi untuk elektron-elektron valens di dalam logam kuprum dan juga tekanan yang dihasilkan oleh gas elektron tersebut. (Anggapan yang boleh dibuat ialah hanya satu elektron bebas per atom.)

(50/100)

- oooOooo -