

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang 1987/88

ZSC 312/2 - Ilmu Mekanik Statistik

Tarikh: 15 April 1988

Masa: 9.00 pagi - 11.00 pagi
(2 jam)

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

1. Andaikan bahawa suatu sistem mempunyai N zarah yang boleh dibezakan dan dua paras tenaga. Paras atas mempunyai kedegeneratan dua lipatan dan tenaga 2ϵ . Paras bawah pula tak degenerat dengan tenaga ϵ . Jikalau sistem ini berada di dalam keseimbangan termal pada suhu T dan jikalau paras atas mengandungi n zarah, hitungkan:

- (a) Kebarangkalian termodinamik,
- (b) Entropi bagi sistem tersebut,
- (c) Tenaga dalam bagi sistem tersebut,
- (d) Haba tentu maksimum bagi sistem tersebut.

(Gunakan maklumat bahawa pada keadaan ini tenaga Helmholtz bersifat minimum).

(100/100)

2. (a) Suatu sistem mempunyai lima atom, masing-masing dengan spin $\frac{1}{2}$. Jikalau sistem tersebut diletakkan di dalam suatu medan magnet luar B , kebarangkalian bahawa atom-atom menghala selari dengan medan B ialah $p = 0.51$. Tentukan kebarangkalian $P(3)$ untuk hanya tiga spin menghala selari dengan medan B .

(40/100)

- (b) Suatu hablur mempunyai N atom dengan spin 1 dan momen magnet μ . Apabila hablur ini diletakkan di dalam medan magnet luar B , atom-atomnya boleh berorientasi di dalam tiga arah: selari, bertegak lurus dan antiselari dengan medan magnet tersebut. Jikalau hablur ini berada di dalam keadaan keseimbangan termal pada suhu T , terbitkan suatu ungkapan untuk momen magnet purata.

(60/100)

3. (a) Tentukan bilangan keadaan mikro untuk dua zarah yang ditaburkan di antara tiga paras tenaga, jikalau zarah-zarah tersebut

- (i) adalah zarah-zarah yang boleh dibezakan,
- (ii) mematuhi statistik Bose-Einstein,
- (iii) mematuhi statistik Fermi-Dirac.

(30/100)

(b) Dengan menggunakan statistik Bose-Einstein tentukan kebarangkalian termodinamik untuk keadaan-keadaan makro yang berikut untuk suatu sistem yang mengandungi lima zarah dan dua paras tenaga. Untuk tiap-tiap paras g ialah 5.

- (i) $N_1 = 5$ $N_2 = 0$
- (ii) $N_1 = 3$ $N_2 = 2$
- (iii) $N_1 = 0$ $N_2 = 5$

(40/100)

(c) Suatu keadaan makro di dalam suatu sistem yang mengikuti statistik Fermi-Dirac mempunyai empat paras tenaga. Tiap-tiap paras tersebut mempunyai kedegeneratan tiga. Paras pertama mengandungi satu zarah, paras kedua, tiga zarah, paras ketiga, dua zarah dan paras terakhir satu zarah. Hitungkan bilangan keadaan mikro untuk keadaan makro tersebut.

(30/100)

4. (a) Bermula daripada fungsi taburan untuk foton, tunjukkan (dengan menerangkan semua 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)

.../3

- (b) Suatu sapat debu mengelilingi suatu bintang yang berluminitasi $4 \times 10^{31} \text{ Js}^{-1}$. Jarak antara bintang yang boleh dianggap sebagai suatu sumber titik, dan sapat debu tersebut ialah 10^{13} km . Jikalau semua sinaran yang tiba pada butiran debu diserap, hitungkan suhu butiran debu tersebut dengan membuat anggapan bahawa mereka menyinar balik dengan kepancaran 10%.
(Nyatakan semua anggapan yang dibuat).

Pemalar Stefan Boltzmann = $5.67 \times 10^{-12} \text{ Js}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ T}^{-4}$.
(50/100)

5. (a) Daripada persamaan untuk tenaga bagi gas degenerat Fermi pada 0 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)

- (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 peratom).

Berat atom kuprum	=	63
Ketumpatan kuprum	=	$9 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$
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	=	$1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$

(50/100)

-ooo00ooo-