

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Tambahan
Sidang 1990/91

June 1991

ZSC 312/2 Ilmu Mekanik Statistik

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.

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

(a) Entropi bagi sistem tersebut, dan

(b) Haba tentu maksimum bagi sistem tersebut.

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

(100/100)

2. (a) Suatu hablur paramagnet mempunyai N atom dengan spin $\frac{1}{2}$ dan momen magnet μ . Suhu hablur tersebut adalah T dan suatu medan magnet H dikenakan terhadap hablur. 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 ($kT \gg \mu H$)

$$S = Nk \ln 2$$

(70/100)

...2/-

(b) Daripada fungsi pembahagian bagi suatu gas unggul

$$z = V \frac{(2\pi mkT)^{3/2}}{h^3}$$

dapatkan ungkapan bagi muatan haba tentu pada isipadu malar untuk gas unggul.

(30/100)

3. (a) Menurut Mekanik Kuantum molekul-molekul bagi gas dwiatom mempunyai paras tenaga putaran

$$\epsilon_n = \frac{h^2}{8\pi^2 N} n(n+1) \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

dan kedegeneratan $(2n+1)$.

Jika N merupakan suatu pemalar tunjukkan bahawa ungkapan untuk fungsi pembahagian putaran boleh ditulis sebagai

$$z = \frac{T}{\theta_p}$$

dengan $\theta_p = \frac{h^2}{8\pi^2 Nk}$

kemudian tunjukkan bahawa muatan haba tentu putaran molar bagi gas tersebut pada suhu rendah ($T \ll \theta_p$) boleh ditulis sebagai

$$C_p = 3R \frac{(2\theta_p)^2}{T^2} e^{-2\theta_p/T}$$

(60/100)

(b) Pertimbangkan 1000 molekul dwiatom pada suhu $\theta_g/2$ dengan $\theta_g = hv/k$. Tentukan bilangan molekul di dalam ketiga-tiga keadaan getaran yang paling rendah. [Fungsi pembahagian untuk suatu himpunan pengayun terkuantum linear ialah

$$z = \frac{e^{-\theta_g/2T}}{[1 - e^{-\theta_g/T}]}]$$

(40/100)

4. (a) 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)

- (b) Taburan Fermi-Dirac diberi dengan persamaan

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

Apakah yang diwakili oleh ϵ_0 dan terangkan maksudnya.

(30/100)

- (c) Hitungkan tenaga Fermi untuk elektron-elektron valens di dalam logam kuprum dengan membuat anggapan bahawa hanya satu elektron bebas per atom kuprum.

(30/100)

Berat atom kuprum	= 63
Ketumpatan kurpum	= $9 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$
Jisim elektron	= $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Pemalar Planck	= $6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$
Nombor Avogadro	= $6.03 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
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.)	= $1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$