

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan KSCP
Sidang Akademik 1997/98

April 1998

ZCT 207/2 - Mekanik Statistik
(ZCT 312/2 - Mekanik Statistik)

Masa: [2 jam]

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

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

Pemalar Planck,	$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$
Nombor Avogadro,	$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Jisim elektron,	$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Jisim proton,	$m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Kelajuan cahaya,	$c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
Pemalar Boltzmann,	$k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$
	$eV = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$
	$m_e c^2 = 5.11 \times 10^5 \text{ eV}$

1. (a) Suatu himpunan terdiri daripada N zarah yang mematuhi statistik Maxwell-Boltzmann. Tiap-tiap zarah tersebut mungkin berada dalam satu daripada dua paras tenaga yang tidak degenerat iaitu paras tenaga ϵ_1 dan ϵ_2 . Paras ϵ_2 ialah keadaan teruja. Anggaphlah paras tenaga atas mempunyai n zarah.

ϵ_2 ----- n zarah
 ϵ_1 ----- $(N - n)$ zarah

Rajah 1

...2/-

(i) Carilah entropi bagi himpunan tersebut.

(30/100)

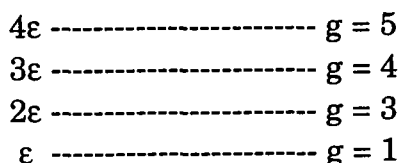
(ii) Tunjukkan bahawa haba tentu pada isipadu tetap ialah

$$C_v = Nk \left(\frac{\epsilon}{kT} \right)^2 \frac{e^{\epsilon/kT}}{(1 + e^{\epsilon/kT})^2}$$

Di sini $\epsilon = \epsilon_2 - \epsilon_1$ dan k pemalar Boltzmann.

(30/100)

(b) Lima zarah yang mematuhi statistik Bose-Einstein ditaburkan dalam empat paras tenaga dengan selang tenaga yang sama seperti yang ditunjukkan dalam rajah 2. Jumlah tenaga sistem ialah 12ϵ dan setiap paras tenaga mempunyai kedegeneratan g masing-masing. Tentukan bilangan keadaan makro dan kirakan kebarangkalian termodinamik untuk setiap keadaan makro tersebut.



Rajah 2

(40/100)

2. Bilangan molekul dalam suatu gas unggul yang mempunyai halaju antara v dan $v + dv$ ialah

$$n(v)dv = 4\pi N \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} v^2 \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT} \right) dv$$

...3/-

(a) Dapatkan

(i) halaju min molekul, \bar{v} ; (25/100)

(ii) halaju punca min kuasa dua, v_{rms} ; (25/100)

(iii) halaju barangkalian termungkin, v_p ;

(Panduan

$$\int_0^{\infty} v^3 e^{-av^2} dv = \frac{1}{2a^2} \text{ dan } \int_0^{\infty} v^4 e^{-av^2} dv = \left(\frac{1}{2a^{5/2}} \right) \left(\frac{3}{4} \sqrt{\pi} \right)$$

(25/100)

(b) Carilah v_{rms} bagi molekul gas oksigen pada suhu 273 K. (25/100)

3. Fungsi pembahagian gas unggul eka atom bergantung kepada suhu T dan isipadu V dan boleh ditulis sebagai

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

(Simbol-simbol membawa maksud yang biasa digunakan dalam mekanik statistik.)

(a) Tentukan tenaga dalaman U dan muatan haba C_v . (60/100)

(b) Tunjukkan entropi ialah

$$S = Nk \left[\frac{5}{2} + \ln \frac{V(2\pi mkT)^{3/2}}{Nh^3} \right]$$

(30/100)

...4/-

- (c) Buktikan fungsi Helmholtz boleh ditulis sebagai

$$F = -kT \ln \left[\frac{Z^N}{N!} \right]$$

(10/100)

4. Anggaplah suatu perhimpunan yang terdiri daripada N pengayun harmonik yang terditempat. Setiap pengayun bebas bergerak dalam satu dimensi dan mempunyai frekuensi ν dengan tenaga

$$\epsilon_i = (n_i + \frac{1}{2}) h\nu$$

Di sini $n_i = 0, 1, 2, 3, \dots$

h = pemalar Planck

- (a) Tunjukkan bahawa fungsi pembahagian perhimpunan boleh ditulis sebagai

$$Z = \frac{\exp\left(-\frac{\theta}{2T}\right)}{1 - \exp\left(-\frac{\theta}{T}\right)}$$

$$\text{Di sini } \theta = \frac{h\nu}{K}$$

(30/100)

- (b) Seterusnya dapatkan tenaga dalaman U bagi perhimpunan.
(30/100)

- (c) Cari muatan haba, C_v , perhimpunan.
(30/100)

- (d) Apakah akan terjadi kepada tenaga dalaman dan muatan haba apabila $T \gg \theta$?
(10/100)