

---

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2004/2005

Mac 2005

**JIF 415 – Mekanik Statistik**

Masa : 2 jam

---

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

Jawab SEMUA soalan.

Baca arahan dengan teliti sebelum anda menjawab soalan.

Markah setiap soalan diperlihatkan di penghujung soalan itu.

1. (a) Satu kotak dibahagikan kepada dua bahagian, A dan B. Satu sistem gas unggul telah diletakkan ke dalam kotak tersebut.

- (i) Apakah jumlah konfigurasi bagi meletakkan 6 atom ini di dalam kotak tersebut?
- (ii) Hitung bilangan konfigurasi jika 2 atom berada di A dan 4 atom berada di B. Apakah kebarangkalian untuk mencapai konfigurasi ini?
- (iii) Hitung kebarangkalian jika 1 atom, 3 atom, 4 atom, 5 atom, atau 6 atom berada di A. Plotkan graf  $P(n)$  melawan  $n$  di mana  $n$  adalah bilangan atom di A.
- (iv) Hitung min atau purata bilangan atom,  $\langle n \rangle$ , berada di A dan apakah variansnya.

(60 markah)

- (b) Suatu sistem terdiri daripada 2 molekul yang perlu disusun kepada 4 aras tenaga ( $\epsilon_i = 0, \omega, 2\omega, 3\omega$ ). (i) Berikan taburan yang berhubung dengan jumlah tenaga  $2\omega$  bagi sistem ini. (ii) Tentukan  $W$  iaitu bilangan konfigurasi untuk setiap taburan dalam bahagian (i) dan seterusnya tentukan kebarangkalian  $P$  bagi taburan-taburan ini.

(40 markah)

2. (a) Tunjukkan bahawa  $p = kT \left( \frac{\partial \ln Z}{\partial V} \right)_T$  dan  $E = kT^2 \left( \frac{\partial \ln Z}{\partial T} \right)_V$  di mana  $Z$  adalah fungsi pemetaan.

(Panduan:  $F = -kT \ln Z$ ,  $F = E - TS$ , dan  $T dS = dE + pdV$ )

(40 markah)

- (b) Diberi fungsi pemetaan bagi jasad hitam,  $\ln Z = \frac{8\pi^5 V}{45} \left[ \frac{kT}{hc} \right]^3$

- (i) Dapatkan ungkapan bagi tekanan  $p$ .
- (ii) Dapatkan ungkapan bagi tenaga  $E$ .
- (iii) Buktikan bahawa ungkapan bagi entropi  $S$  adalah

$$S = \frac{32}{45} \frac{\pi^5}{(hc)^3} k^4 T^3$$

(60 markah)

3. (a) Nyatakan perbezaan antara zarah-zarah yang mematuhi statistik Maxwell-Boltzmann, statistik Fermi-Dirac dan statistik Bose-Einstein.

(20 markah)

- (b) Pertimbangkan satu sistem yang terdiri daripada dua zarah yang tak saling bertindak. Setiap zarah boleh berada dalam sebarang satu dari tiga keadaan kuantum yang mempunyai tenaga  $\epsilon_1=0$ ,  $\epsilon_2=a$ ,  $\epsilon_3=3a$ .

Tunjukkan semua keadaan yang mungkin di mana zarah-zarah boleh berada dan dapatkan fungsi pemetaan  $Z$  sekiranya zarah-zarah ini mematuhi

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

(80 markah)

4. Suatu pengayun harmonik mudah satu dimensi mempunyai aras tenaga yang diberikan oleh  $E_n \left( n + \frac{1}{2} \right) \hbar \omega$  di mana  $\omega$  adalah frekuensi sudut cirian pengayun dan  $n$  adalah nombor kuantum yang boleh mempunyai nilai integer berkemungkinan  $n = 0, 1, 2, \dots$

- (a) Tunjukkan bahawa fungsi pemetaan  $Z$  bagi sistem ini boleh ditulis sebagai

$$Z = \frac{e^{-\hbar\omega/2kT}}{1 - e^{-\hbar\omega/kT}}$$

- (b) Dapatkan tenaga  $E$  dari fungsi pemetaan  $Z$ .
- (c) Tunjukkan bahawa haba tentu bagi suatu himpunan  $N$  pengayun mengikut model Einstein sebagai

$$C_V = 3Nk \left( \hbar\omega/kT \right)^2 \frac{e^{-\hbar\omega/kT}}{\left( e^{\hbar\omega/kT} - 1 \right)^2}$$

(100 markah)