
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Akhir
Sidang Akademik 2007/2008

April 2008

JIF 415 – Mekanik Statistik

Masa : 2 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **EMPAT** 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. Berikan takrifan ringkas berkenaan perkara-perkara yang berikut:

- (a) Postulat asas kebarangkalian
- (b) Dua sifat entropi, hukum termodinamik kedua dan entropi
- (c) Ensemble kanonik mikro
- (d) Ensemble kanonik dan fungsi pemetaan
- (e) Teorem pemetaan sama

(100 markah)

2. Pertimbangkan satu sistem yang mempunyai dua aras tenaga dengan jumlah bilangan elektron N . Aras-aras tenaga tersebut adalah $\varepsilon_1 = 0$ dan $\varepsilon_2 = \varepsilon$. Sebanyak n elektron berada di aras tenaga yang atas dan bakinya pada aras tenaga sifar. Hitungkan:

- (a) Jumlah bilangan keadaan yang mampu diperolehi oleh sistem ini.
- (b) Entropi sistem dan tenaga Helmholtz F .
- (c) Nilai n dan tenaga E dalam keadaan keseimbangan.
- (d) Haba tentu sistem C_V .

(100 markah)

3. (a) Satu sistem mempunyai fungsi pemetaan/pemetakan yang berikut:

$$Z = \frac{V^N}{h_0^{3N}} \left(\frac{2\pi m}{\beta} \right)^{3N/2}$$

Dapatkan ungkapan bagi tekanan p , E , dan S .

(50 markah)

- (b) Tenaga U suatu gas elektron boleh diberikan sebagai

$$U = \frac{3}{5} N \varepsilon_F \left[1 + \frac{5\pi^2}{12} \left(\frac{kT}{\varepsilon_F} \right)^2 - \frac{\pi^4}{16} \left(\frac{kT}{\varepsilon_F} \right)^4 + \dots \right]$$

Dapatkan muatan haba pada isipadu malar, C_V dan ungkapan bagi entropi, S .
(Panduan: Gunakan hubungan $dQ = C_V dT = T dS$).

(50 markah)

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

(30 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 $\varepsilon_1 = a$, $\varepsilon_2 = 2a$, $\varepsilon_3 = 3a$.

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

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

(70 markah)

5. Menurut mekanik kuantum, aras tenaga berkemungkinan bagi pengayun harmonik diberikan oleh

$$\varepsilon_n = \left(n + \frac{1}{2} \right) \hbar \omega, \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

- (a) Berikan fungsi pemetaan bagi sistem pengayun harmonik ini.