

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan KSCP  
Sidang Akademik 1999/2000

April 2000

ZCT 207/2-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 dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) (i) Nyatakan postulat asas bagi mekanik statistik. (5/25)

(ii) Takrifkan entropi bagi suatu sistem. Terangkan simbol-simbol yang anda gunakan. (5/25)

(b) Suatu himpunan terdiri daripada  $N$  zarah di mana tiap-tiap zarah mungkin berada dalam salah satu daripada dua paras tenaga iaitu paras tenaga  $\epsilon_1$  dan  $\epsilon_2$ . Anggapkan bahawa paras tenaga teruja ( $\epsilon_2$ ) mempunyai  $n$  zarah.

$$n \quad \text{_____} \quad \epsilon_2$$

$$N-n \quad \text{_____} \quad \epsilon_1$$

(i) Dapatkan ungkapan bagi tenaga  $E$  dan entropi  $S$  bagi sistem ini. (8/25)

(ii) Pada keadaan seimbang di mana tenaga bebas  $F$  adalah minimum, tunjukkan bahawa

$$n = \frac{N}{1 + e^{\epsilon/kT}}$$

di mana  $\epsilon = \epsilon_2 - \epsilon_1$

(7/25)

(Panduan:  $F = E - TS$ )

...2/-

- 2 -

2. Pertimbangkan suatu gas yang mengandungi  $N_0$  molekul saling tak bertindak yang dikurung di dalam suatu bekas berisipadu  $V_0$ . Pertimbangkan sebarang subisipadu  $V$  bekas ini yang mengandungi  $N$  molekul. Setiap molekul sama kemungkinannya untuk ditempatkan di mana-mana di dalam bekas itu; maka kebarangkalian suatu molekul yang diberikan ditempatkan di dalam subisipadu  $V$  adalah bersamaan dengan  $V/V_0$ .
- (a) Apakah min bilangan  $\bar{N}$  bagi molekul ditempatkan dalam  $V$ ? Ungkapkan jawapan akhir anda dalam sebutan  $N_0$ ,  $V_0$ , dan  $V$ . (8/25)
- (b) Tunjukkan bahawa sebaran  $\overline{(N - \bar{N})^2} = \bar{N}^2 - \bar{N}^2$ . (4/25)
- (c) Seterusnya, dapatkan sebaran  $\overline{(N - \bar{N})^2}$  bagi bilangan molekul yang ditempatkan dalam  $V$ . Ungkapkan jawapan akhir anda dalam sebutan  $N_0$ ,  $V_0$ , dan  $V$ . (10/25)
- (d) Apakah yang terjadi pada jawapan (c) apabila  $V \rightarrow V_0$ . (3/25)

3. Tenaga bagi suatu pengayun harmonik mudah satu dimensi (1-D) adalah

$$E_n = (n + \frac{1}{2}) \hbar \omega$$

di mana  $\omega$  ialah frekuensi (sudut) cirian pengayun dan nombor kuantum  $n$  boleh mempunyai nilai integer berkemungkinan  $n = 0, 1, 2, \dots$

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

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

di mana  $\theta = \hbar\omega/k$ .

- (b) Dapatkan tenaga  $E$  dari fungsi pemetakan ini. (7/25)

(Panduan:  $F = -kT \ln Z$ ,  $dF = -SdT - pdV$  dan  $E = F + TS$ ) (7/25)

...3/-

- 3 -

(c) Seterusnya dapatkan haba tentu  $C_v$ . (6/25)

(d) Apakah nilai haba tentu  $C_v$  apabila  $T \gg \theta$  (suhu tinggi)? (5/25)

4. (a) Ungkapan bagi fungsi taburan statistik kuantum gas unggul adalah

$$\bar{n}_r = \frac{1}{e^{\alpha + \beta \epsilon_r} \pm 1}$$

dengan tanda yang di atas (+) merujuk kepada statistik Fermi Dirac (FD) dan tanda yang di bawah (-) merujuk kepada statistik Bose-Einstein (BE).

Jika gas itu terdiri daripada sebilangan tetap  $N$  zarah dengan kes di mana kepekataannya adalah sangat rendah atau suhunya adalah tinggi, tunjukkan bahawa taburan kuantum tersebut akan terturun kepada taburan Maxwell-Boltzmann (MB) klasik.

(10/25)

(b) Bincangkan teori haba tentu pepejal megikut Hukum Dulong dan Petit, teori Einstein dan teori Debye. Dalam perbincangan anda, masukkan jawapan kepada soalan-soalan berikut:

- (i) Adakah teori tersebut klasik atau kuantum?
- (ii) Adakah teori tersebut betul pada had suhu rendah dan suhu tinggi?
- (iii) Lakarkan graf haba tentu  $C_v$  lawan  $T$  menurut teori-teori tersebut.

(15/25)

- oooOOooo -