

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester KSCP  
Sidang Akademik 2004/2005

Mei 2005

**ZCT 207/2 - 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 Kesemua soalan wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia

- 1 (a) Terangkan secara ringkas sebutan keadaan kuantum dan degenerat (15/100)
- (b) Terangkan secara ringkas maksud ruang fasa (15/100)
- (c) Nyatakan ruang fasa dan darjah kebebasan bagi dua zarah di dalam ruang 2-Dimensi (10/100)
- (d) Satu sistem makroskopik terencil bersuhu 6800K menyerap **tiga sinaran kosmik** yang panjang gelombangnya ialah  $5.5 \times 10^{-15}$  meter
- (i) Hitungkan *perubahan entropi* sistem ini (30/300)
- (ii) Hitungkan nisbah bilangan keadaan tercapai selepas penyerapan sinaran  $\Omega_f$ , terhadap bilangan keadaan tercapai sebelum sinaran diserap  $\Omega_i$ , iaitu  $\Omega_f/\Omega_i$ , (30/300)

- 2 (a) Huraikan secara ringkas pendekatan model Einstein dalam penentuan haba tentu pepejal  $C_V$  (20/100)
- (b) Menurut model Einstein, ungkapan tenaga suatu pepejal yang terdiri daripada  $N$  atom ialah

$$E = 3N\hbar\omega \left\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{\exp(\beta\hbar\omega) - 1} \right\}$$

yang mana  $\beta = 1/k_B T$   $T$  ialah suhu mutlak pepejal dan  $k_B$  ialah pemalar Boltzmann

Dengan menggunakan  $E$

- (i) Terbitkan  $C_V$  bagi pepejal itu (30/100)
- (ii) Dapatkan ungkapan  $C_V$  bagi pepejal itu pada suhu tinggi (20/100)
- (iii) Dapatkan ungkapan  $C_V$  bagi pepejal itu pada suhu rendah (20/100)
- (iv) Lakarkan graf  $C_V$  bagi pepejal itu terhadap perubahan suhu (10/100)

- 3 (a) Huraikan ciri-ciri bagi
- |       |                     |          |
|-------|---------------------|----------|
| (i)   | Zarah-zarah klasik  | (10/100) |
| (ii)  | Zarah-zarah Boson   | (10/100) |
| (iii) | Zarah-zarah Fermion | (10/100) |
- (b) Diberi satu sistem gas unggul terdiri daripada 3 zarah, dan sistem ini mempunyai 3 paras tenaga  $5\varepsilon$ ,  $9\varepsilon$ , dan  $11\varepsilon$  bagi penghunian zarah-zarah di dalamnya. Sistem ini bersentuhan secara terma dengan satu takungan haba pada suhu  $T$
- (A) Jika zarah-zarah ini ialah zarah BOSON,
- |       |   |          |
|-------|---|----------|
| (i)   | Lakarkan <i>jadual penghunian</i> bagi setiap keadaan yang mungkin dalam sistem ini | (20/100) |
| (ii)  | Berasaskan keputusan (i), dapatkan <i>fungsi pemetakan</i> sistem ini               | (20/100) |
| (iii) | Hitungkan <i>tenaga purata</i> sistem ini   | (15/100) |
- (B) Jika zarah-zarah ini ialah zarah FERMION,
- |       |   |         |
|-------|---|---------|
| (i)   | Lakarkan <i>jadual penghunian</i> bagi setiap keadaan yang mungkin dalam sistem ini | (5/100) |
| (ii)  | Berasaskan keputusan (i), dapatkan <i>fungsi pemetakan</i> sistem ini               | (5/100) |
| (iii) | Hitungkan <i>tenaga purata</i> sistem ini   | (5/100) |
- 4 (a) Huraikan secara ringkas ciri-ciri suatu jasad hitam (20/100)
- (b) Diberi Hukum Pancaran Planck ialah

$$U(\omega, T) = \frac{\hbar}{\pi^2 c^3} \frac{\omega^3}{\exp(\beta \hbar \omega) - 1} \quad (1)$$

Berasaskan persamaan (1), terbitkan Hukum Sesaran Wein

(30/100)

- (c) Diberi matahari boleh dianggap sebagai satu jasad hitam berbentuk sfera dengan jejari  $R_m = 6.8 \times 10^8$  meter dan suhunya ialah 6500K

Diberi juga hukum Stefan-Boltzmann

$$\frac{dQ}{dt} = \sigma AT^4 \quad \sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ J m}^{-2} \text{ S}^{-1} \text{ K}^{-4}$$

- (i) Hitungkan frekuensi maksimum sinaran yang dipancarkan oleh matahari (10/100)
- (ii) Hitungkan kadar tenaga yang dipancarkan oleh matahari (15/100)
- (d) Satu bintang di dalam "Milky Way" berjejari  $8.0 \times 10^9$  meter dan kadar tenaga yang dipancarkan oleh bintang itu ialah **200 kali ganda** kadar tenaga yang dipancarkan matahari

- (i) Hitungkan suhu bintang itu (15/100)
- (ii) Hitungkan frekuensi maksimum sinaran yang dipancarkan oleh bintang itu (10/100)

Diberi

- (i) Hukum Stefan-Boltzmann  $\frac{dQ}{dt} = \sigma AT^4$   
 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ J m}^{-2} \text{ S}^{-1} \text{ K}^{-4}$
- (ii) Hukum sesaran Wien  $\frac{\omega_1}{T_1} = \frac{\omega_2}{T_2} = \frac{2.82k_B}{\hbar}$   $\omega_1, \omega_2$  ialah frekuensi sudut maksimum bagi jasad-jasad hitam yang bersuhu  $T_1, T_2$
- (iii) Pemalar Planck  $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$ ,  $\hbar = h/2\pi$ .
- (iii) Pemalar Boltzmann  $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
- (iv) Formula kamiran  $\int_0^{\infty} \frac{x^3 dx}{e^x - 1} = \frac{\pi^4}{15}$