
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 5.5×10^{-15} meter.
- (i) Hitungkan *perubahan entropi* sistem ini. (30/300)
- (ii) Hitungkan nisbah bilangan keadaan tercapai selepas penyerapan sinaran Ω_f , terhadap bilangan keadaan tercapai sebelum sinaran diserap Ω_i , iaitu Ω_f/Ω_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 5ε , 9ε , dan 11ε 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

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

- (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 8.0×10^9 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 Wein $\frac{\omega_1}{T_1} = \frac{\omega_2}{T_2} = \frac{2.82k_B}{\hbar}$; ω_1, ω_2 ialah frekuensi sudut maksimum bagi jasad-jasad hitam yang bersuhu T_1, T_2 .
- (ii) Pemalar Planck $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $\hbar = h / 2\pi$,
- (iii) Pemalar Boltzmann $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$
- (iv) Formula kamiran $\int_0^{\infty} \frac{x^3 dx}{e^x - 1} = \frac{\pi^4}{15}$