

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang  
Sidang Akademik 2003/2004

April 2004

**ZCT 207/2 - Mekanik Statistik**

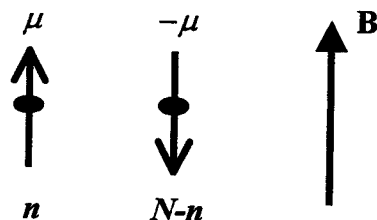
Masa : 2 jam

---

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

Jawab kesemua **EMPAT** soalan. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Huraikan secara ringkas postulat asas kebarangkalian “a priori” sama. (20/100)
  - (b) Huraikan secara ringkas konsep *ruang fasa*. (20/100)
  - (c) Satu sistem makroskopik terencil bersuhu 5000K menyerap satu sinaran kosmik yang berjisim  $9.11 \times 10^{-31}$  kg, dan kesemua jisim sinaran ini bertukar kepada tenaga haba setelah diserap.
    - (i) Hitungkan *perubahan entropi* sistem ini. (30/100)
    - (ii) Hitungkan nisbah bilangan keadaan tercapai selepas penyerapan sinaran  $\Omega_f$ , terhadap bilangan keadaan tercapai sebelum sinaran diserap  $\Omega_i$ , iaitu  $\Omega_f/\Omega_i$ . (30/100)
2. (a) Huraikan ciri-ciri *ensembel kanonik*. (20/100)
  - (b) Diberi satu bahan paramagnet dengan  $N$  zarah berspin  $\frac{1}{2}$  dikenakan satu medan magnet luar  $\mathbf{B}$ , seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1:

Rajah 1

- (i) Terbitkan *fungsi pemetaan* bagi *satu zarah* di dalam bahan paramagnet ini dalam sebutan  $\mu$ ,  $B$  dan  $T$ . (20/100)
- (ii) Terbitkan nilai *purata momen magnet zarah ini* dengan menggunakan keputusan keputusan di dalam (i). (20/100)
- (iii) Terbitkan *tenaga purata zarah ini* dengan menggunakan keputusan-keputusan di atas. (10/100)
- (iv) Terbitkan *tenaga dan pemagnetan sistem* bahan paramagnet ini. (10/100)
- (v) Terbitkan ungkapan *entropi bagi sistem* bahan paramagnet ini. (10/100)

- (c) Diberi pada mulanya suhu dan kekuatan medan magnet luar bagi bahan paramagnet di dalam (b) ialah  $T = 0.2 \text{ Kelvin}$  dan  $B = 10 \text{ Tesla}$ .

Kemudian kekuatan medan magnet dikurangkan secara *adiabatik* kepada  $B = 0.0001 \text{ Tesla}$ . Hitungkan *suhu* bahan paramagnet pada  $B = 0.0001 \text{ Tesla}$  ini.

(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  $\epsilon$ ,  $3\epsilon$ , dan  $5\epsilon$  bagi penghunian zarah-zarah di dalamnya. Sistem ini bersentuhan secara terma dengan satu takungan haba pada suhu  $T$ .

- (I) Jika zarah-zarah ini ialah zarah BOSON,

(i) Lakarkan *jadual penghunian* bagi setiap keadaan yang mungkin dalam sistem ini. (20/100)

(ii) Berasaskan keputusan (i), dapatkan *fungsi pemetakan* sistem ini. (20/100)

(iii) Hitungkan *tenaga purata* sistem ini. (15/100)

- (II) Jika zarah-zarah ini ialah zarah FERMION,

(iv) Lakarkan *jadual penghunian* bagi setiap keadaan yang mungkin dalam sistem ini. (5/100)

(v) Berasaskan keputusan (iv), dapatkan *fungsi pemetakan* sistem ini. (5/100)

(vi) Hitungkan *tenaga purata* sistem ini. (5/100)

4. (a) Huraikan secara ringkas ciri-ciri suatu jasad hitam. (20/100)
- (b) Diberi semua bintang boleh dianggap sebagai jasad hitam.

Daripada pengukuran, didapati satu bintang di dalam "Crab Nebula" mempunyai frekuensi sinaran maksimum  $f = 5.0 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$ .

- (i) Hitungkan suhu bintang ini. (20/100)
- (ii) Kadar tenaga sinaran bintang yang diukur pada permukaan bumi ialah  $p = 0.000001 \text{ Joule} \cdot \text{saat}^{-1} \cdot \text{meter}^{-2}$ . Jika sinaran cahaya daripada permukaan bintang mengambil seratus tahun cahaya untuk sampai kepada permukaan bumi,
- (I) Hitungkan jarak di antara permukaan bintang dan permukaan bumi. (20/100)
- (II) Dengan keputusan-keputusan di atas, hitungkan kadar tenaga yang dipancarkan bintang. (20/100)
- (III) Kemudian hitungkan jejari bintang, iaitu  $r$ . (20/100)

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  $\frac{\omega_1}{T_1} = \frac{\omega_2}{T_2} = \frac{2.82k_B}{\hbar}$  ;  $\omega_1, \omega_2$  ialah frekuensi sudut maksimum bagi jasad-jasad hitam yang bersuhu  $T_1, T_2$ .
- (iii) Kelajuan cahaya  $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,
- (iv) Pemalar Planck  $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $\hbar = h / 2\pi$ ,
- (v) Pemalar Boltzmann  $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$
- (vi) Satu tahun = 365 hari.