

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2004/2005

Februari - Mac 2005

ZCT 207/2 - Mekanik Statistik

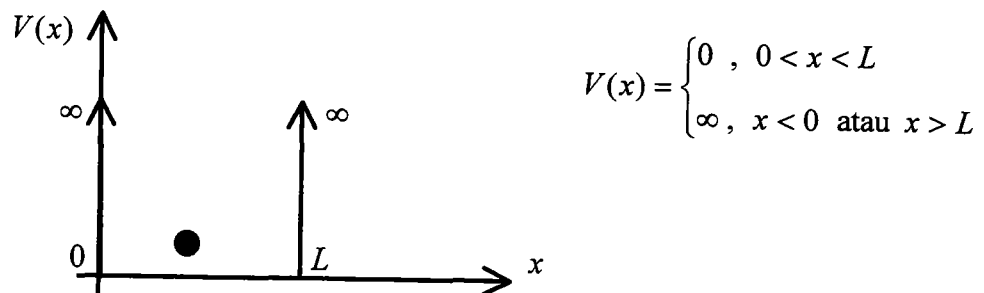
Masa : 2 jam

---

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

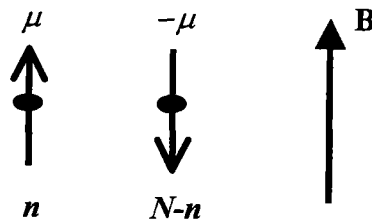
Jawab kesemua **EMPAT** soalan. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Terangkan secara ringkas sebutan keadaan kuantum dan degenerat. (10/100)
- (b) Terangkan secara ringkas maksud ruang fasa. (10/100)
- (c) Nyatakan ruang fasa dan darjah kebebasan bagi satu zarah tunggal di dalam ruang 1-Dimensi. (10/100)
- (d) Diberi satu zarah tunggal di dalam kotak 1-Dimensi dan keupayaannya adalah seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1 berikut:

Rajah 1

- (i) Tuliskan persamaan Schrodinger bagi zarah tunggal ini. (5/100)
- (ii) Tuliskan syarat-syarat sempadan bagi zarah tunggal ini. (10/100)
- (iii) Berasaskan jawapan anda di dalam (i) dan (ii), selesaikan secara am keadaan-keadaan kuantum yang mungkin dan nilai eigen tenaga yang sepadan bagi zarah tunggal ini. (30/100)
- (iv) Dapatkan fungsi pemetakan bagi sistem ini. (10/100)
- (v) Berasaskan jawapan anda di dalam (e)(i), dapatkan tenaga purata dan tenaga bebas Helmholtz bagi sistem ini. (15/100)

2. (a) Huraikan ciri-ciri ensembel kanonik. Apakah perbezaannya dengan ensembel kanonik mikro? (20/100)
- (b) Diberi satu bahan paramagnet yang terdiri daripada  $N$  zarah berspin  $\frac{1}{2}$ . Ia dikenakan satu medan magnet luar  $B$ , seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1:

Rajah 1

- (i) Terbitkan fungsi pemetakan 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  $T = 0.5 \text{ Kelvin}$  dan  $B = 15 \text{ Tesla}$ .  
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 4 paras tenaga  $2\varepsilon$ ,  $3\varepsilon$ ,  $5\varepsilon$ , dan  $7\varepsilon$  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,
- (i) Lakarkan *jadual penghunian* bagi setiap keadaan yang mungkin dalam sistem ini. (5/100)
  - (ii) Berasaskan keputusan (i), dapatkan *fungsi pemetakan* sistem ini. (5/100)
  - (iii) Hitungkan *tenaga purata* 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 Stefan-Boltzmann. (30/100)

(c) Diberi semua bintang boleh dianggap sebagai jasad hitam.

Daripada pengukuran, didapati satu bintang di dalam "Crab Nebula" mempunyai frekuensi sinaran maksimum  $f = 2.0 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$ .

(i) Hitungkan suhu bintang ini. (10/100)

(ii) Kadar tenaga sinaran bintang yang diukur pada permukaan bumi ialah  $p = 0.0000005 \text{ Joule} \cdot \text{saat}^{-1} \cdot \text{meter}^{-2}$ . Jika sinaran cahaya daripada *permukaan bintang* mengambil seratus lima puluh tahun cahaya untuk sampai kepada *permukaan bumi*,

(I) Hitungkan jarak di antara permukaan bintang dan permukaan bumi. (10/100)

(II) Dengan keputusan (I), hitungkan kadar tenaga yang dipancarkan bintang. (15/100)

(III) Kemudian hitungkan jejari bintang, iaitu  $r$ . (15/100)

Diberi

- (i) Hukum Stefan-Boltzmann  $\frac{dQ}{dt} = \sigma AT^4$  ;  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} J m^{-2} S^{-1} K^{-4}$  ,
- (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  $c = 3 \times 10^8 m \cdot s^{-1}$  ,
- (iv) Pemalar Planck  $h = 6.626 \times 10^{-34} J \cdot s$  ,  $\hbar = h/2\pi$  ,
- (v) Pemalar Boltzmann  $k_B = 1.38 \times 10^{-23} J \cdot K^{-1}$
- (vi) Satu tahun = 365 hari.
- (vii) Formula kamiran  $\int_0^{\infty} \frac{x^3 dx}{e^x - 1} = \frac{\pi^4}{15}$