
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2004/2005

Februari - Mac 2005

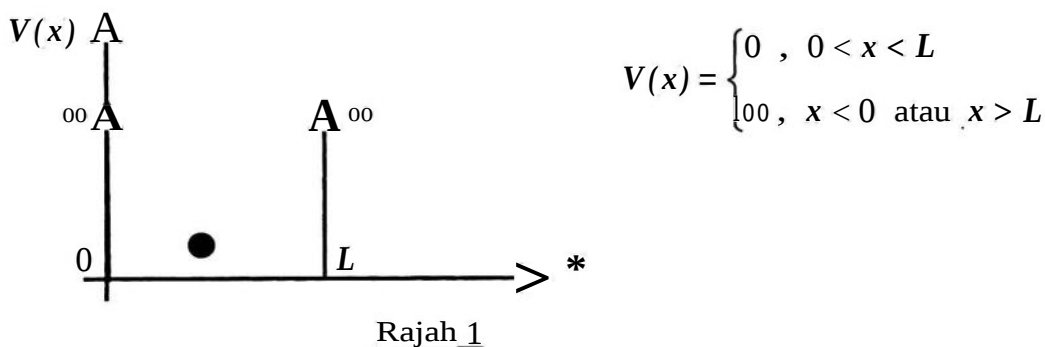
ZCT 207/2 - Mekanik Statistik

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:

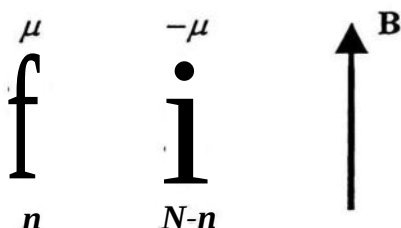


- (i) Tuliskan persamaan Schrodinger bagi zarah tunggal ini. (5/100)
- (ii) Tuliskan syarat-syarat sempadan bagi zarah tunggal ini. (10/100)
- (iii) Berasaskan jawapan anda di dalam (i) dan (ii), selesaikan secara am keadaan-keadaan kuantum yang mungkin dan nilai eigen tenaga yang sepadan bagi zarah 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 $1/2$. 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 μ , B dan T .
- (ii) Terbitkan nilai purata momen magnet zarah ini dengan menggunakan keputusan keputusan di dalam (i).
- (iii) Terbitkan tenaga purata zarah ini dengan menggunakan keputusan keputusan di atas.
- (iv) Terbitkan tenaga dan pemagnetan sistem bahan paramagnet ini.
- (v) Terbitkan ungkapan entropi bagi sistem bahan paramagnet ini.
- (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)

.....4/-

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 $2s$, $3s$, $5s$, dan $7s$ 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

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

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 $\nu = 2.0 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$.

- (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)

- (El) Kemudian hitungkan jejari bintang, iaitu r .

(15/100)

Diberi

- (i) Hukum Stefan-Boltzmann $\frac{dQ}{dt} = \sigma A T^4$; $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ K}^{-4}$,
- (ii) Hukum sesaran Wein $\frac{\omega_1}{2} = \frac{\omega_2}{T_2} = \frac{2.82 k_B}{h}$; ω_1, ω_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 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $E = hf$,
- (v) Pemalar Boltzmann $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$
- (vi) Satu tahun = 365 hari.
- (vii) Formula kamiran $\int_0^\infty \frac{x^3 dx}{e^x - 1} = \frac{\pi^4}{15}$