

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1995/96

Mac/April 1996

ZSE 415 - Ilmu Fizik Moden IV

Masa : [3 jam]

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

Jawab kesemua LIMA soalan. Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Timbangkan persamaan Schrödinger tak bersandar masa bagi suatu zarah dalam suatu medan keupayaan pusat $V(r)$. Tunjukkan secara ringkas bagaimana suatu persamaan jejarian boleh didapati daripada persamaan ini. Bincangkan aspek fizik bagi persamaan jejarian ini. (40/100)
- (b) Timbangkan suatu osilator harmonik mudah (OHM) di dalam 3 dimensi.
 - (i) Tentukan eigenfunksinya dan eigennilai tenaga E_n . (20/100)
 - (ii) Dapatkan suatu formula bagi peringkat kedegeneratan paras tenaga E_n . (20/100)
 - (iii) Dengan menimbangkan OHM itu sebagai suatu zarah dalam suatu medan keupayaan pusat bincangkan sifat momentum sudut orbital bagi OHM tersebut. (20/100)
2. (a) Tunjukkan hubungan berikut bagi matriks Pauli untuk spin $\frac{1}{2}$.
 - (i) $\sigma_x \sigma_y = -\sigma_y \sigma_x = i\sigma_z$
 - (ii) $\sigma_x \sigma_y \sigma_z = iI$, di mana $i = \sqrt{-1}$ dan I adalah matriks identiti. (30/100)

- (b) Nyatakan Teorem Campuran Momentum Sudut. Jika \tilde{J}_1 dan \tilde{J}_2 adalah operator-operator momentum sudut tunjukkan bahawa $\tilde{J} = \tilde{J}_1 + \tilde{J}_2$ adalah suatu operator momentum sudut tetapi $\tilde{J} = 2\tilde{J}_1 + 3\tilde{J}_2$ adalah bukan suatu operator momentum sudut.

(40/100)

- (c) Suatu sistem mempunyai dua zarah bebas. Setiap zarah mempunyai spin $S = \frac{1}{2}$. Apakah nilai nombor kuantum bagi jumlah momentum spin? Apakah eigenvektornya?

(30/100)

3. (a) Bandingkan kaedah variasi dengan cara usikan di dalam mekanik kuantum.

(30/100)

- (b) Timbangkan suatu osilator tak-harmonik dalam 1-dimensi yang mempunyai Hamiltonian H yang diberi dengan

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2} kx^2 + Ax^4$$

Gunakan kaedah variasi untuk menghitung suatu anggaran tenaga keadaan dasar bagi sistem itu. Pilihlah fungsi percubaan ψ sebagai

$$\psi(x) = C e^{-\alpha x^2}$$

di mana C adalah pemalar penormalan dan α adalah suatu parameter variasi.

$$[\text{Diberi: } \int_0^{\infty} x^m e^{-ax^2} dx = \frac{\Gamma\left(\frac{m}{2} + \frac{1}{2}\right)}{2a^{1/2(m+1)}}]$$

$$\text{dan } \Gamma\left(n + \frac{1}{2}\right) = \frac{(1)(3)(5)\dots(2n-1)\sqrt{\pi}}{2^n}]$$

(70/100)

4. (a) Jelaskan secara ringkas asal-usul fizik untuk tenaga salingtindakan spin-orbit bagi suatu atom. Bincangkan keputusan kesan spin-orbit dalam suatu atom. (50/100)
- (b) Huraikan ciri-ciri utama bagi kesan Zeeman normal dan kesan Zeeman beranomali. (50/100)
5. Tulis nota ringkas bagi tiap-tiap topik yang berikut:
- (a) Kebarangkalian peralihan (25/100)
- (b) Pancaran spontan dan pancaran teraruh (25/100)
- (c) Penggunaan teori usikan (25/100)
- (d) Kesan Paschen-Back bagi fizik atom (25/100)