

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1993/94

April 1994

ZSE 415/3 - 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 Schrodinger 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 kes osilator harmonik mudah dalam 3-D sebagai suatu zarah dalam suatu medan keupayaan pusat. Tuliskan persamaan jejarian bagi sistem ini dan cari kes di mana persamaan eigennilai bagi tenaga adalah serupa dengan persamaan eigennilai bagi osilator harmonik mudah 1-D. (30/100)
- (c) Jelaskan bagaimana kedegeneratan berlaku dalam sistem osilator harmonik mudah. (30/100)
- 2.(a) Buktikan bahawa

$$L_- Y_{\ell, m+1} = \hbar \sqrt{(\ell-m)(\ell+m+1)} Y_{\ell, m}$$

di mana operator L_- ditakrifkan dengan operator-operator momentum sudut orbital L_x dan L_y sebagai

$$L_- = L_x - iL_y .$$

$Y_{\ell, m} = Y_{\ell, m}(\theta, \phi)$ adalah harmonik sfera. (40/100)

...2/-

- 2 -

- (b) 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 $\tilde{J} = \tilde{J}_1 + 2\tilde{J}_2$ bukan suatu operator momentum sudut. (30/100)
- (c) Suatu sistem mempunyai dua zarah bebas. Setiap zarah mempunyai spin $s = \frac{1}{2}$. Apakah nilai nombor kuantum bagi jumlah momentum sudut? Tuliskan eigenvektornya. (30/100)
- 3.(a) Nyatakan teorem kaedah variasi. Hitungkan tenaga keadaan asas dan fungsi gelombang keadaan asas bagi suatu atom hidrogen. Anggapkan bahawa suatu fungsi percubaan boleh diambil sebagai

$$\psi_\alpha(r) = Ae^{-\alpha r}$$

di mana A adalah suatu pemalar dan α adalah suatu parameter variasi. Anggapkan juga bahawa nombor kuantum momentum sudut orbital $l = 0$. (70/100)

- (b) Adakah fungsi gelombang yang diperolehi diatas suatu eigen fungsi tepat? (30/100)

$$\text{(Diberi: } \tilde{p}^2 = p_r^2 + \frac{L^2}{r^2}$$

$$\text{di mana } p_r = -i\hbar \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} r$$

$$\int_0^\infty x^n e^{-\beta x} dx = \frac{n!}{\beta^{n+1}})$$

...3/-

- 3 -

- 4.(a) Terangkan secara ringkas asal-usul fizik untuk tenaga salingtindakan spin-orbit bagi suatu atom. (40/100)
- (b) Huraikan ciri-ciri utama bagi kesan Zeeman normal dan kesan Zeeman beranomali. (60/100)
5. Tulis nota ringkas bagi tiap-tiap topik yang berikut:
- [a] Operator adjoin (25/100)
 - [b] Pancaran spontan dan pancaran teraruh (25/100)
 - [c] Penggunaan teori usikan (25/100)
 - [d] Operator ciptaan dan operator musnah habisan dalam teori osilator harmonik mudah (25/100)

- oooOooo -