

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2004/2005

Oktober 2004

**ZCE 305/3 - Fizik Atom dan Fizik Nukleus**

Masa : 3 jam

---

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

Jawab mana-mana **LIMA** soalan. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. Persamaan nilai eigen untuk atom hidrogen ialah

$$L^2 Y(\theta, \phi) = \lambda \hbar^2 Y(\theta, \phi)$$

di mana  $L^2$  ialah operator momentum sudut yang diberikan oleh

$$L^2 = -\hbar^2 \left[ \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) \right].$$

- (a) Tunjukkan bahawa persamaan nilai eigen ini boleh dipecahkan kepada dua bahagian masing-masing berfungikan  $\theta$  dan  $\phi$ .

(40/100)

- (b) Dengan menggunakan syarat keortogonan

$$\int_0^{2\pi} \Phi_m^* \Phi_m d\phi = \delta_{m'm}$$

di mana  $\delta_{m'm}$  ialah fungsi dirac delta dan ciri ketunggalan fungsi  $\Phi_m(\phi)$ , cari penyelesaian penuh untuk fungsi  $\Phi_n(\phi)$ .

(40/100)

- (c) Lakarkan plot polar ketumpatan kebarangkalian sudut  $\Theta_{\ell m}^*(\theta) \Theta_{\ell m}(\theta)$  dan  $\Phi_m^*(\phi) \Phi(\phi)$ .

(10/100)

- (d) Untuk keadaan nombor kuantum prinsipal  $n = 3$ , berikan nombor kuantum orbitan dan nombor kuantum magnet yang mungkin.

(10/100)

2. (a) Dengan menggunakan operator  $L_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \phi}$  dan syarat keortogonan yang sesuai, buktikan nilai jangkaan untuk  $L_z$  ialah

$$\langle L_z \rangle = m\hbar$$

(30/100)

- (b) Jelaskan Prinsip Eksklusi Pauli. Dengan mempertimbangkan fungsi gelombang untuk dua zarah yang seiras dan takbersalingtindakan, terbitkan prinsip ini.

(30/100)

- (c) Jelaskan Petua Hund. Dengan menggunakan petua ini, bina tatarajah elektron berasaskan petala K, L, M ... dan sub-petala s, p, d untuk atom  ${}_{26}\text{Fe}$ . Terangkan bagaimana konsep kemagnetan boleh wujud untuk atom ini.  
(20/100)
- (d) Terangkan asal-usul tenaga interaksi yang berlaku semasa gandingan antara momentum sudut orbital L dengan momentum sudut spin, S dengan mengambil kira lintasan orbit klasikal elektron. Jelaskan fenomena yang wujud hasil daripada tenaga interaksi ini.  
(20/100)
3. (a) Dengan berpandukan gambarajah yang sesuai, jelaskan ujikaji Stern-Gerlach. Perincikan bagaimana keputusan ujikaji ini boleh membuktikan kewujudan spin elektron dan pengkuantuman ruang.  
(30/100)
- (b) Dalam ujikaji Stern-Gerlach, atom perak melintasi jarak 0.1 m melalui medan magnet tak-homogen yang berkecemeran 60 T/m. Jika pengasingan yang diperhatikan di plat pemungut ialah 0.15 mm, tentukan halaju atom perak ini. Jisim atom perak ialah  $1.79 \times 10^{-25}$  kg.  
(20/100)
- (c) Ketumpatan nukleon  $\rho(r)$  boleh diberikan oleh persamaan
- $$\rho(r) = \frac{\rho_0}{1 + \exp[(r - R_0)/a]}$$
- Plotkan taburan ketumpatan ini dan jelaskan parameter-parameter dan konsep fizik yang boleh diperolehi daripada plot ini.  
(20/100)
- (d) Dengan menganggapkan bahawa nukleus sebagai nukleus yang seragam, tentukan ketumpatan nukleus. Di beri jisim nukleon ialah  $1.7 \times 10^{-27}$  kg.  
(15/100)
- (e) Jika jisim neutron,  $m_n = 1.009$  u dan jisim proton  $m_p = 1.008$  u, tentukan tenaga ikatan untuk nukleus  ${}_{28}^{64}\text{Ni}$ . Diketahui jisim  ${}_{28}^{64}\text{Ni}$  ialah 63.9280 u.  
(15/100)

4. (a) Persamaan jejarian Schrödinger untuk deuteron ialah

$$\frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} \left( r^2 \frac{dR}{dr} \right) + \frac{2\mu}{\hbar^2} (E - V) R = 0 .$$

Tunjukkan bahawa penyelesaiannya adalah dalam bentuk

$$U_1(r) = B \sin ar \quad (r \leq r_0)$$

$$U_2(r) = C e^{-br} \quad (r \geq r_0)$$

Daripada kedua-dua fungsi ini tunjukkan bahawa kedalaman telaga keupayaan boleh diberikan persamaan

$$V_0 = \frac{\pi^2 \hbar^2}{8\mu r_0^2}$$

(70/100)

- (b) Dengan menggunakan Hukum Geiger-Nuttal, tentukan sepenuh hayat  $^{214}\text{Po}$  yang mengeluarkan zarah alfa yang berjulat 6.97 cm. Diketahui julat zarah alfa yang dikeluarkan oleh  $^{226}\text{Ra}$  ialah 3.36 cm dan setengah hayatnya 1622 tahun, manakala julat zarah alfa yang dikeluarkan oleh  $^{210}\text{Po}$  ialah 3.85 cm dan separuh hayatnya ialah 138 hari.

(30/100)

5. (a) Dalam satu siri reputan berturutan, nuklid A menghasilkan nuklid B, yang seterusnya mereput menghasilkan nuklid C. Pemalar reputan masing-masing ialah  $\lambda_A$ ,  $\lambda_B$ ,  $\lambda_C$ . Jika pada  $t = 0$ , bilangan nuklid A ialah  $N_{A0}$ , manakala bilangan nuklid B dan C ialah sifar, tunjukkan pada masa  $t$ , bilangan nuklid B,  $N_B$  ialah

$$N_B = \frac{\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A} N_{A0} (e^{-\lambda_A t} - e^{-\lambda_B t})$$

Lakarkan taburan  $N_A(t)$ ,  $N_B(t)$  dan  $N_C(t)$ .

(50/100)

- (b) Tunjukkan bahawa nilai-Q untuk sesuatu tindakbalas nukleus  $X(a,b)Y$  boleh diberikan oleh persamaan

$$Q = E_b \left( 1 + \frac{m_b}{M_y} \right) - E_a \left( 1 - \frac{m_a}{M_y} - \frac{2}{M_y} (m_a m_b E_a E_b)^{1/2} \cos\theta \right)$$

di mana setiap simbol membawa makna yang tersendiri.

(30/100)

- (c) Dalam tindakbalas  $^{12}\text{C} (d,\alpha)^{10}\text{B}$ , didapati pada sudut  $90^\circ$  daripada bim neutron, tenaga zarah- $\alpha$  ialah 10.18 MeV. Manakala pada sudut  $60^\circ$  daripada bim deuteron, tenaga zarah alfa ialah 10.48 MeV. Tentukan tenaga bim deuteron dan nilai-Q bagi tindakbalas ini.

(20/100)

6. Tuliskan nota ringkas daripada DUA tajuk-tajuk di bawah:

- (a) Model Rutherford dan Model Bohr: Perbandingan antara teori dan dapatan ujikaji
- (b) Petua pilihan untuk peralihan elektron.
- (c) Kesan Zeeman Biasa dan Kesan Zeeman Janggal.
- (d) Daya nuklear merujuk kepada julat, kekuatan, penepuan dan kebersandaran terhadap cas.
- (e) Teori Fermi untuk reputan beta.
- (f) Tawaran elektron dan penukaran dalam.

(100/100)