

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2003/2004

September - Oktober 2003

ZCE 305/3 - Fizik Atom dan Fizik Nukleus

Masa : 3 jam

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

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

1. (a) Persamaan Schrödinger dua dimensi untuk atom hidrogen diberikan oleh

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial Y}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 Y}{\partial \phi^2} \right] - \frac{e^2}{r} Y = -EY$$

di mana $Y(r, \phi) = R(r) \Phi(\phi)$. Dengan menggunakan kaedah pemisahan pembolehubah, tunjukkan bahawa komponen sudut ϕ boleh ditulis dalam bentuk

$$\frac{d^2 \Phi(\phi)}{d\phi^2} = -m^2 \Phi(\phi)$$

Dengan menggunakan syarat keortogonan yang sesuai, cari penyelesaian penuh untuk fungsi $\Phi(\phi)$.

Lakarkan ketumpatan kebarangkalian sudut $\Phi^*(\phi) \Phi(\phi)$ dan ketumpatan jejarian $R^*(r) R(r)$ untuk beberapa keadaan kuantum yang rendah.

(80/100)

...2/-

- (b) Jelaskan keadaan kedegeneratan. Buktikan untuk setiap n yang diberi, bilangan kedegeneratan, N_i ialah

$$N_i = 2n^2$$

(20/100)

2. (a) Jelaskan konsep pengkuantuman ruang untuk momentum sudut orbitan. Jika $Y_\ell^m(\theta, \phi) = \Theta(\theta) \Phi(\phi)$ dan $L_z = i\hbar \frac{\partial}{\partial \phi}$, tunjukkan bahawa tindakan operator L_z terhadap $Y_\ell^m(\theta, \phi)$ boleh menghasilkan pengkuantuman ruang untuk L_z .

(30/100)

- (b) Terangkan maksud struktur halus. Dengan menggunakan konsep struktur halus, jelaskan dengan ringkas bagaimana fenomena singlet dan doublet boleh terhasil.

(20/100)

- (c) Perincikan konsep petua pilihan untuk sesuatu peralihan elektron. Jika kebarangkalian peralihan daripada keadaan i ke keadaan f untuk komponen-x ialah

$$H_{if,x} = eE_x \int_0^\infty r^3 R_{n',\ell'}^* R_{n,\ell} dr \int_0^\pi \Theta_{\ell',m'}^* \Theta_{\ell,m} \sin^2 \theta d\theta \times \int_0^{2\pi} \Phi_m^* \Phi_m \cos \theta d\phi$$

buktikan bahawa petua pilihan untuk nombor kuantum magnet ialah

$$\Delta m = \pm 1$$

(30/100)

- (d) Dengan mempertimbangkan petua pilihan di 2(c), lakarkan peralihan-peralihan yang mungkin untuk atom natrium.

(20/100)

3. (a) Dengan berpandukan gambarajah yang sesuai, jelaskan Liukan Larmor. Jika H ialah medan magnet seragam luar yang dikenakan ke atas atom, buktikan bahawa frekuensi Liukan Larmor boleh diberikan oleh

$$\omega_L = \frac{g_L \mu_B}{\hbar} H$$

di mana μ_B ialah magneton Bohr dan g_ℓ ialah faktor-g untuk orbitan elektron.

(30/100)

...3/-

- (b) Dengan berpandukan peralihan paras tenaga dan corak garisan spektra, jelaskan dan bezakan kesan Zeeman Biasa dan Kesan Zeeman Janggal.
(50/100)
- (c) Di dalam ujikaji kesan Zeeman Biasa, diperhatikan bahawa garisan spektra optik untuk atom kalsium berpecah kepada tiga komponen apabila atom ini diletakkan di bawah medan magnet 3T. Jika setiap garisan dipisahkan oleh jarak 0.25 \AA antara satu sama lain, tentukan nisbah $\frac{e}{m}$ di mana e ialah cas elektron dan m ialah jisim elektron.
(20/100)
4. (a) Jelaskan sebutan-sebutan berikut:
- (i) nukleon
 - (ii) isotop
 - (iii) isobar
 - (iv) isotones
 - (v) keadaan isomerik
 - (vi) isomer
- (20/100)
- (b) Berasaskan ujikaji serakan elektron, tunjukkan bahawa jejari nukleus boleh diberikan oleh
- $$R = 1.4 A^{1/3} F$$
- di mana A ialah nombor jisim dan F ialah unit Fermi.
(40/100)
- (c) Takrifkan tenaga ikatan nukleus dan lakarkan perubahan tenaga ikatan dengan nombor jisim A . Jelaskan ciri-ciri yang boleh diperolehi melalui lakaran tersebut.
(20/100)
- (d) Diketahui bahawa tenaga ikatan untuk nukleus ${}^3_1\text{H}$ ialah 8.482 MeV dan tenaga ikatan untuk ${}^3_2\text{He}$ pula ialah 7.711 MeV. Jika tenaga Coulomb di dalam nukleus ${}^3_2\text{He}$ ialah 0.771 MeV, tunjukkan bahawa daya n-n dan daya p-p adalah sama untuk kedua-dua nukleus.
(20/100)

5. (a) Di dalam satu siri reputan, nuklid A mereput menghasilkan nuklid B yang kemudiannya mereput menghasilkan nuklid C. Buktikan bahawa bilangan nuklid B pada masa t ialah

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

di mana N_{A0} ialah bilangan nuklid A pada $t = 0$, dan λ_A dan λ_B ialah masing-masing pemalar reputan untuk nuklid A dan B.

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

(60/100)

- (b) Jelaskan sebutan-sebutan berikut untuk tindakbalas nukleus

- (i) Nukleus majmuk
- (ii) Nilai-Q
- (iii) Tindakbalas eksoergik
- (iv) Tindakbalas endoergik
- (v) Tenaga ambang

(20/100)

- (c) Nilai-Q untuk tindakbalas $^{19}\text{F}(n, p)^{19}\text{O}$ ialah -3.9 MeV. Jika tenaga neutron tuju ialah 10 MeV, cari tenaga proton yang dikeluarkan pada sudut 90° daripada arah neutron tuju. Diberi jisim neutron = $1.0087u$, jisim proton = $1.0078u$ dan jisim nukleus ^{19}O ialah $18.9900u$.

(20/100)

6. Tuliskan nota ringkas daripada DUA tajuk-tajuk dibawah:

- (a) Model Bohr untuk Atom - Kekuatan dan kelemahannya
- (b) Prinsip Eksklusi Pauli
- (c) Petua Hund dalam membina tatarajah elektron
- (d) Daya nuklear untuk Deuteron
- (e) Hukum Geiger-Nuttal
- (f) Teori Reputan Beta