
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang
Sidang Akademik 2002/2003

April 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 LIMA soalan sahaja. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. 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 keortogonon 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.

(100/100)

2. (a) Jika fungsi Y_l^m ditakrifkan sebagai $Y_l^m(\theta, \phi) = \Theta(\theta)\Phi(\phi)$ dan operator $L_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \phi}$, buktikan bahawa tindakan operator L_z terhadap fungsi Y_l^m akan menghasilkan pengkuantuman ruang.

(20/100)

- (b) Dengan menggunakan model mekanik kuantum, tentukan nilai momentum sudut orbital untuk petala f dan g. Bandingkan jawapan anda dengan pengiraan mengikut model Bohr.

(20/100)

- (c) Jelaskan maksud nilai jangkaan. Dengan menggunakan syarat keortogonan yang sesuai, buktikan bahawa nilai jangkaan \bar{L}^2 dan \bar{L}_z masing-masing ialah

$$\bar{L}^2 = \ell(\ell + 1)\hbar$$

$$\bar{L}_z = m\hbar$$

(20/100)

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

(40/100)

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

- (i) Model-model untuk atom, kelemahan dan kekuatannya.
- (ii) Kesan Zeeman Biasa dan kesan Zeeman Janggal.
- (iii) Prinsip Eksklusi Pauli.
- (iv) Petua Hund dan tatarajah elektron.
- (v) Interaksi spin-orbit.

(100/100)

4. (a) Perincikan ujikaji serakan bim elektron dalam menentukan jejari nukleus.

(20/100)

- (b) Di dalam ujikaji di bahagian (a), tunjukkan bahawa jejari nukleus boleh diberi oleh persamaan

$$R = 1.4 A^{1/3} F$$

dengan A ialah nombor jisim dan f ialah unit Fermi.

(30/100)

- (c) Satu nukleus yang mempunyai $A = 235$ memecah kepada dua nukleus baru. Jika nisbah nombor jisim untuk kedua-dua nukleus ini ialah 2:1, cari jejari untuk kedua-dua nukleus ini.

(20/100)

- (d) Takrifkan tenaga ikatan nukleus dan lakarkan perubahan tenaga ikatan dengan nombor jisim A. Jelaskan juga ciri-ciri yang boleh diperolehi melalui lakaran tersebut.

(30/100)

5. (a) Tunjukkan bahawa

- (i) daya nukleus yang bertindak adalah merupakan daya yang tepu.
 (ii) daya nukleus adalah dalam bentuk $n-p = p-p = n-n$.

(30/100)

- (b) Dengan menggunakan persamaan Schrödinger satu dimensi untuk sistem neutron

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

buktikan bahawa hubungan telaga keupayaan telaga segiempat V_0 dengan jejari r_0 diberikan oleh

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

di mana r_0 ialah jejari telaga keupayaan.

(70/100)

6. (a) Jelaskan reputan berturutan. Lakarkan perubahan yang berlaku untuk setiap nuklid yang terlibat dalam reputan ini dan jelaskan ciri-ciri yang boleh diperolehi daripada lakaran tersebut.

(20/100)

- (b) Terangkan nilai Q dan tenaga ambang untuk tindakbalas nukleus. (10/100)
- (c) Daripada prinsip pertama tindakbalas nukleus, tunjukkan bahawa tenaga ambang boleh diberikan oleh persamaan

$$E_a = -Q \frac{m_b + M_Y}{m_b - M_Y - m_a}$$

di mana simbol-simbol membawa makna yang lazim.

(70/100)
