

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1992/93

April 1993

ZSE 415/3 - 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) Bincangkan penggunaan model osilator harmonik mudah mekanik kuantum di dalam sistem fizik.
(25/100)
- (b) Timbangkan suatu osilator harmonik mudah (SHO) di dalam 3D.
 - (i) Tentukan eigenfunksinya (Anggapkan bahawa eigenfungsi bagi SHO dalam satu dimensi diketahui).
(15/100)
 - (ii) Berapakah eigennilai tenaga E_n ?
(20/100)
 - (iii) Dapatkan suatu formula peringkat kedegeneratan bagi paras tenaga E_n .
(25/100)
 - (iv) Bolehkah persamaan eigennilai tenaga diselesaikan dengan eigenfungsi momentum sudut orbital? Jelaskan.
(15/100)
2. (a) Dalam koordinat sfera, komponen L_z bagi operator momentum sudut orbital diberikan oleh $L_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \phi}$.
Terangkan sebabnya nombor kuantum ℓ bagi momentum sudut orbital mestilah suatu integer positif.
(30/100)

...2/-

- (b) Suatu keadaan teruja bagi atom hidrogen mempunyai fungsi gelombang

$$\psi_{nlm}(r, \theta, \phi) = Ar^2 e^{-r/3a_0} \sin\theta \cos\theta e^{i\phi}$$

dengan A adalah pemalar penormalan dan a_0 adalah jejari pertama Bohr.

Carikan nilai nombor kuantum orbital l .

[Diberi:-

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

(70/100)

3. (a) Bincangkan secara ringkas penggunaan kaedah variasi di dalam mekanik kuantum.

(30/100)

- (b) Nyatakan formula teori usikan bagi pembedahan peringkat pertama ϵ_1 bagi paras tenaga E_k yang tak degenerat apabila terdapat suatu usikan kecil H_1 .

(10/100)

Suatu elektron berjisim m bergerak dalam 1-D dan mempunyai Hamiltonian

$$H_0 = - \frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2} m\omega^2 x^2$$

di mana ω adalah frekuensi sudut klasik bagi gerakan harmonik mudah. Kalau suatu medan elektrik lemah berarah x bertindak keatas elektron itu, Hamiltonian usikan H_1 boleh dituliskan sebagai

$$H_1 = - bx$$

di mana b adalah suatu pemalar kecil.

Hitungkan pembedahan peringkat pertama ϵ_1 dan pembedahan peringkat kedua ϵ_2 bagi tenaga keadaan asas.

[Diberikan: Formula bagi pembetulan tenaga peringkat kedua ϵ_2 diberi oleh

$$\epsilon_2 = \sum_{n \neq k} \frac{|(H_1)_{nk}|^2}{E_k - E_n}$$

di mana

$$(H_1)_{nk} = \int u_n^* H_1 u_k d\tau]$$

(60/100)

4. Huraikan makna (a) pancaran spontan, (b) pancaran teraruh dan (c) penyerapan apabila suatu atom bersaling tindak dengan sinaran elektromagnet.

(30/100)

Terbitkan suatu formula bagi nisbah kadar pancaran teraruh dan kadar pancaran spontan menurut teori Einstein.

(70/100)

5. (a) Huraikan asal fizik untuk tenaga saling tindak spin-orbit bagi suatu atom.

(30/100)

- (b) Lakarkan gambarajah untuk peralihan $3^2D_{3/2} \rightarrow 3^2P_{1/2}$ bagi atom Na dalam suatu medan magnet lemah. Hitungkan nilai faktor-g Lande untuk setiap paras.

(70/100)

- oooOooo -