

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang 1989/90

Oktober/November 1989

ZCC 308/2 Ilmu Fizik Moden II

Masa : [2 jam]

Jawab EMPAT soalan sahaja.
Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Nyatakan Prinsip ketaktentuan Heisenberg dan bincangkannya dengan teliti. (40/100)
- (b) Pertimbangkan suatu elektron yang terhad ke dalam suatu perigi 1-D. Lebar perigi ini ialah 1.5 Å. Cahaya tuju digunakan untuk menentukan posisi elektron itu sampai kepersisian $\Delta x = 0.1 \text{ \AA}$. Hitungkan ketaktentuan di dalam momentum elektron itu. Elektron adalah menduduki keadaan dasar sebelum pengukuran posisi dilakukan. Bincangkan kesannya pengukuran ini terhadap keadaan elektron melalui penghitungan. (60/100)
2. (a) Nyatakan postulat-postulat Mekanik Kuantum. (25/100)
- (b) Tunjukkan eigennilai bagi suatu operator Hermitian ialah suatu nombor hakiki. (25/100)
- (c) Tunjukkan bahawa dua fungsi-eigen bagi satu operator Hermitian adalah ortogonal jikalau eigennilai-eigennilai yang sepadan tidak sama. (25/100)
- (d) Tunjukkan dua operator yang terkomut mempunyai set eigenfungsi yang sama. (Anggap operator-operator mempunyai nilai-eigen yang takdegenerat). (25/100)

... 2/-

3. Suatu zarah yang berasal dari $x < 0$ bergerak ke arah $+x$ dan menemui suatu potensial yang berbentuk

$$V(x) = 0, \quad x < 0$$

$$V(x) = V_0, \quad x \geq 0$$

Zarah itu mempunyai tenaga kinetik $E < V_0$.

- (a) Dari segi Mekanik Kuantum, hitungkan pekali penghantaran, T , pekali pembalikan, R , bagi zarah itu, dan kebarangkalian untuk mendapat zarah itu di kawasan $x > 0$.

(70/100)

- (b) Bincangkan keputusan-keputusan diatas dengan keputusan dari Mekanik Klasik bagi situasi yang sama.

(30/100)

4. Persamaan Schrodinger bagi satu osilator harmonik linear ialah

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2}m\omega^2 x^2 - E \right] \psi(x) = 0$$

Dua eigenfungsi persamaan ini ialah

$$\psi = \sqrt{\frac{\alpha}{\pi^{1/2}}} e^{-\alpha^2 x^2} \quad \text{dan}$$

$$\psi^1 = \sqrt{\frac{2\alpha}{\pi^{1/2}}} x e^{-\alpha^2 x^2}$$

di mana $\alpha = \sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}}$

- (a) Dapatkan eigennilai berkenaan dengan kedua-dua fungsi-eigen itu.

Hitungkan nilai jarak-gelombang foton yang akan menyebabkan peralihan diantara dua paras tenaga itu.

(25/100)

...3/-

(b) Dua operator ditakrifkan sebagai

$$\hat{a}^+ = \left(\frac{d}{dx} - x\right)$$

$$\hat{a}^- = \left(\frac{d}{dx} + x\right)$$

Hitungkan

(i) $\hat{a}^+\psi$ dan

(ii) $\hat{a}^-\psi^1$

Apakah kesimpulan yang boleh dibuat terhadap \hat{a}^+ dan \hat{a}^- .
(25/100)

(c) Tunjukkan ψ dan ψ^1 adalah ortogonal. (25/100)

(d) Suatu fungsi keadaan sistem ini dinyatakan seperti

$$\phi = 3\psi + 4\psi^1$$

Kalau pengukuran dilakukan keatas ϕ , apakah tenaga puratanya?
(25/100)

5. (a) Persamaan jejarian Schrodinger untuk keadaan dasar atom hidrogen ialah:-

$$\frac{d^2R}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dR}{dr} + \frac{2\mu}{\hbar^2} \left(E + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}\right)R = 0$$

Tunjukkan bahawa:-

$$R(r) = C_n e^{-r/a_0}$$

di mana

$$C_n = 2a_0^{3/2} = 2 \left[\frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{\mu e^2} \right]^{-3/2}$$

adalah penyelesaian yang menghasilkan tenaga $E = \frac{-\hbar^2}{2\mu a_0^2}$.

- (b) Diberikan $\psi_0^0 = \frac{1}{\sqrt{4\pi}}$, dapatkan fungsi gelombang ternormal untuk keadaan dasar atom hidrogen ($n=1, \ell=m=0$).

(10/100)

- (c) Hitungkan jarak purata elektron daripada nukleus bagi keadaan dasar ini.

$$\left[\int_0^\infty r^n e^{-ar} dr = \frac{\Gamma(n+1)}{a^{n+1}} \right. \\ \left. = \frac{n!}{a^{n+1}} \right]$$

(40/100)

$$\begin{aligned} \hbar &= 1.054494 \times 10^{-34} \text{ J-saat} \\ m_e &= 9.10908 \times 10^{-31} \text{ kg} \\ c &= 2.997925 \times 10^8 \text{ m/saat} \end{aligned}$$

- oooOooo -