

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1995/96

Oktober/November 1995

ZCC 308 - Ilmu Fizik Moden II

Masa : [2 jam]

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

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

- 1.(a) Perjelaskan apa yang anda faham tentang konsep kedualan zarah-gelombang. Seterusnya dengan menimbangkan dua gelombang kos $(\omega t - \underline{k} \cdot \underline{x})$ dan $\cos[(\omega + d\omega)t - (\underline{k} + d\underline{k}) \cdot \underline{x}]$ yang disuperposisikan. Tunjukkan bahawa akan wujud gelombang paduan ψ_R yang terdiri daripada gelombang pembawa dan gelombang modulasi. [Andaikan amplitud kedua gelombang adalah sama].
(40/100)

- (b) [i] Diberi dua gelombang

$$y = B \text{ eks}[i(\underline{k} \cdot \underline{z} - \omega t)]$$

$$\text{dan } y = B \sin(\underline{k} \cdot \underline{z} - \omega t).$$

Berdasarkan pengetahuan anda tentang gelombang de Broglie, apakah kedua gelombang di atas merupakan gelombang de Broglie? Jelaskan.

- [ii] Andaikan suatu atom Fe pada suatu keadaan pegun mengeluarkan foton sinar-x bertenaga 7.8 keV. Hitunglah momentum foton dan tenaga kinetik atom tersebut.

$$[\text{Diberi } 1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{J}; \text{ Jisim atom Fe} = 55.93u;$$

$$1u = 1.66 \times 10^{-27} \text{kg}]$$

(60/100)

- 2.(a) Terangkan kenapa "konsep kebarangkalian" digunakan dalam permasalahan kuantum dan bukan "konsep kepastian". Seterusnya dengan menggunakan hukum keabadian kebarangkalian dan persamaan Schrödinger 1-dimensi ke arah -x.

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t}(x, t) = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi(x, t)}{\partial x^2} + V(x) \psi(x, t)$$

Terbitkan ketumpatan arus kebarangkalian J. (50/100)

(b) Andaikan fungsi gelombang bagi suatu sistem kuantum diungkapkan sebagai

$$\psi(y) = \left(\frac{k}{n\hbar\omega}\right)^{1/4} \exp\left(-\frac{ky^2}{2\hbar\omega}\right)$$

Tunjukkan bahawa

$$[i] \quad \langle y^2 \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \psi^* y^2 \psi dy = \frac{\hbar\omega}{2k}$$

$$[ii] \quad \langle P_y^2 \rangle = \frac{n\hbar\omega}{2}$$

$$[iii] \quad \langle H \rangle = \left\langle \frac{1}{2m} P_y^2 + \frac{k}{2} y^2 \right\rangle = \frac{\hbar\omega}{2}$$

(50/100)

3.(a) [i] Andaikan suatu sistem dinyatakan oleh

$$\phi = a_1\beta_1 + a_2\beta_2$$

dengan a_1 dan a_2 adalah malar manakala β_1 dan β_2 merupakan eigenfungsi operator tenaga sistem tersebut. E_1 dan E_2 pula merupakan eigennilai bagi operator tenaga yang mengoperasikan pada β_1 dan β_2 . Tunjukkan bahawa β_1 dan β_2 adalah berotogon.

[ii] Jika fungsi keadaan bagi sesuatu atom dalam sejenis molekul diberikan oleh hubungan

$$\phi = 0.6 \beta_1 + 0.2 \beta_2 + 0.25 \beta_3$$

Dapatkan $\sum_i |c_i|^2 = ?$. Apakah maksudnya? Jelaskan.

(60/100)

(b) Sekiranya sisihan ΔY dan ΔP_y diungkapkan oleh

$$\Delta Y = Y - \langle y \rangle \quad \text{dan} \quad \Delta P_y = P_y - \langle P_y \rangle$$

Buktikan

$$[i] \quad [\Delta Y, \Delta \hat{P}_y] = i\hbar$$

$$[ii] \quad 2 \Delta Y \Delta \hat{P}_y = i\hbar + (\Delta Y \Delta P_y + \Delta P_y \Delta Y)$$

(40/100)

- 4.(a) Katakan suatu zarah dalam kotak tegar dipengaruhi oleh keupayaan V yang ditakrifkan oleh ketetapan berikut:

$$V = 0 \quad \text{bagi} \quad |y| < a$$

$$V = \infty \quad \text{bagi} \quad |y| \geq a.$$

Andaikan eigenfungsi $\phi(y)$ memperihalkan zarah di dalam kotak, tuliskan persamaan Schrödingernya. Seterusnya jika pekali C dan D merupakan pemalar-pemalar yang terdapat dalam persamaan $\phi(y)$, maka dengan menggunakan syarat-syarat sempadan di $y = a$ dan $y = -a$, tuliskan dapatan berikut:

$$[i] \quad \text{bentuk penyelesaian di dalam kotak jika } C \neq 0 \text{ dan } D = 0$$

$$[ii] \quad \text{bentuk penyelesaian di dalam kotak jika } C = 0 \text{ dan } D \neq 0.$$

Daripada dapatan di atas jelaskan pemahaman anda tentang zarah di dalam kotak tegar. (60/100)

- (b) Tuliskan dengan terperinci tentang

$$[i] \quad \text{lima postulat mekanik kuantum}$$

$$[ii] \quad \text{kesan penerowongan}$$

(40/100)

- oooOooo -