

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2000/2001

Februari/Mac 2001

ZCT 205/3 – Mekanik Kuantum

Masa : 3 jam

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

Jawab kesemua ENAM soalan. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Dalam konsep mekanik kuantum, $|\psi|^2$ ditakrifkan sebagai ketumpatan kebarangkalian. Dengan menggunakan Prinsip Keabadian Kebarangkalian, terbitkan arus ketumpatan kebarangkalian dimensi – satu

$$S = -\frac{i\hbar}{2m} \left[\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x} - \psi \frac{\partial \psi^*}{\partial x} \right]$$

Berikan bentuk \bar{S} di dalam dimensti – tiga.

(50/100)

- (b) Terbitkan Persamaan Schrodinger bersandar masa. Nyatakan syarat yang mana Persamaan Schrodinger bersandar masa boleh dimudahkan kepada Persamaan Schrodinger tak bersandar masa dan terbitkannya.

(50/100)

2. (a) Bincangkan konsep pengukuran suatu sistem kuantum bila sistem ini berada di (i) keadaan tulen dan (ii) keadaan campuran.

(50/100)

... 2/-

- (b) Keadaan bagi suatu sistem kuantum diberikan dengan ungkapan

$$\psi = \phi_1 + 2\phi_2 + 3\phi_3$$

yang mana $\hat{H}\phi_1 = \hbar\omega\phi_1$

$$\hat{H}\phi_2 = 2\hbar\omega\phi_2$$

$$\hat{H}\phi_3 = 3\hbar\omega\phi_3$$

\hat{H} adalah operator jumlah tenaga

- (i) Dapatkan nilai jumlah tenaga jika pengukuran jumlah tenaga dilaksanakan pada sistem itu.

(25/100)

- (ii) Jika suatu ensembel sistem itu wujud dan pengukuran jumlah tenaga dilakukan pada ensembel itu, dapatkan nilai jumlah tenaga yang didapati.

(25/100)

3. (a) Nyatakan dengan tepat Prinsip Ketakpastian Heisenberg.

(10/100)

- (b) Dengan menggunakan perhubungan $[\hat{p}_x, \hat{x}] = i\hbar$, terbitkan Prinsip Ketakpastian Heisenberg:

$$\Delta x \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$$

(90/100)

4. (a) Nyatakan postulat-postulat Mekanik Kuantum.

(25/100)

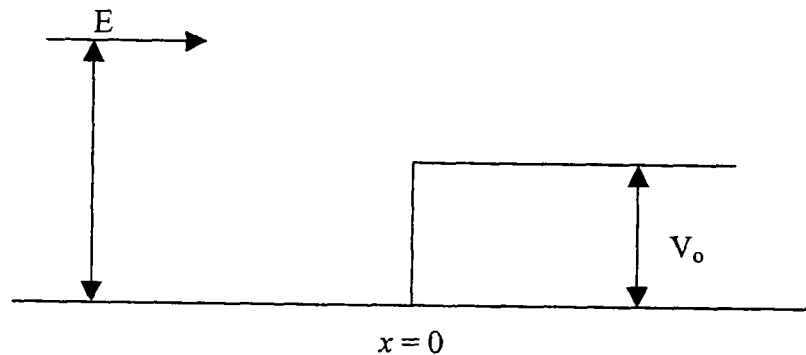
- (b) Tunjukkan bahawa dua operator yang berkomut mempunyai set fungsieigen yang sama.

(25/100)

- (c) Tunjukkan bahawa nilaieigen bagi operator Hermitian semestinya nombor hakiki.

(25/100)

- (d) Tunjukkan dua fungsi eigen bagi suatu operator Hermitian berortogon jika nilai eigen-nilai eigen bersepadan tidak sama. (25/100)
5. (a) Bincangkan fenomena penembusan halangan atau kesan penerowongan secara teliti dan berikan tiga contoh fenomena itu. (40/100)
- (b) Dapatkan faktor atau pekali penghantaran T dan pekali pantulan R bagi sistem kuantum yang ditunjukkan di bawah:-



$$\begin{aligned} V &= 0, & x &\leq 0 \\ V &= V_0, & x &> 0 \\ E &> V_0 \end{aligned}$$

(60/100)

6. Suatu elektron dihadkan bergerak secara bebas di dalam suatu kotak dua dimensi diantara dinding tegar yang terletak pada $0 \leq x \leq a$ dan $0 \leq y \leq b$.
- (a) Buktikan bahawa

$$\psi_n = \frac{2}{\sqrt{ab}} \sin\left(\frac{n_x \pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{n_y \pi y}{b}\right)$$

adalah fungsi eigen yang mempunyai nilai eigen $E_{n_x, n_y} = \frac{\pi \hbar^2}{2m} \left(\frac{n_x^2}{a^2} + \frac{n_y^2}{b^2} \right)$, di mana n_x dan $n_y = 1, 2, 3, \dots$ dan m adalah jisim elektron.

- (b) Kalau $a = 3\text{\AA}$ dan $b = 5\text{\AA}$, hitung nilai jarakgelombang foton yang akan menyebabkan peralihan daripada keadaan dasar ke keadaan $n_x = n_y = 3$.

Bincangkan kedegeneratan tenaga bila $a = b$.

$$\hbar = 1.054494 \times 10^{-34} \text{ J-sec}$$

$$m = 9.10908 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

(50/100)

- 000 O 000 -