
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 tulin 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)

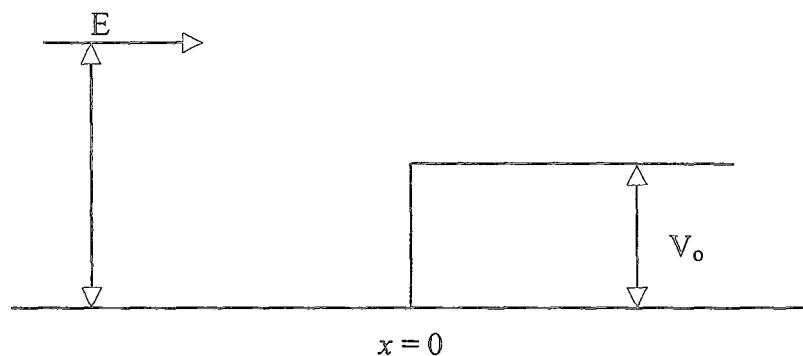
- (d) Tunjukkan dua fungsi eigen bagi suatu operator Hermitian berortogon jika nilai eigen-nilai eigen bersepadan tidak sama.

(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.

... 4/-

- (b) Kalau $a = 3\text{\AA}$ dan $b = 5\text{\AA}$, hitungkan 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)