
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang
Sidang Akademik 2002/2003

April 2003

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) Perihalkan dengan teliti fenomena kesan Compton dan bagaimana fenomena itu dapat dijelaskan hanya dengan konsep bahawa sinar-x berkelakuan zarah.

Berikan dua contoh lain yang mana gelombang berkelakuan zarah dan dua contoh lain yang mana zarah berkelakuan gelombang di dalam dunia mikroskopik.

(50/100)

- (b) Bermula dengan prinsip keabadian tenaga, terbitkan persamaan Schrodinger bersandar masa. Nyatakan syarat yang membolehkan persamaan Schrodinger bersandar masa memudahkan menjadi persamaan Schrodinger tak bersandar masa dan terbitkannya.

(50/100)

2. (a) Melalui prinsip pertama, $[\hat{p}_x, \hat{x}] = i\hbar$, terbitkan Prinsip Ketakpastian Heisenberg bagi posisi dan momentum linear, $\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$. Nyatakan dengan jelas setiap simbol yang digunakan.

(70/100)

...2/-

(b) Suatu kamera yang mempunyai penutup cepat mengambil suatu fotograf melalui pendedahan 1.0×10^{-5} saat.

(i) Berapakah ketakpastian tenaga foton yang melalui penutup itu ?

(10/100)

(ii) Berapakah ketakpastian pecahan panjang-gelombang, $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$, jika foton berjenis boleh nampak, 10 eV, dan berjenis sinar-gamma, 10 GeV ?

(20/100)

3. (a) Terbitkan, secara prinsip pertama, rumusan bagi ketumpatan arus kebarangkalian S didalam 1-D. Tuliskan bentuk 3-D bagi \vec{S} .

(30/100)

(i) Tunjukkan bahawa S juga boleh diletakkan didalam bentuk

$$S = \frac{i\hbar}{m} \text{Im} \left(\psi \frac{\partial \psi^*}{\partial x} \right)$$

$$= -\frac{i\hbar}{m} \text{Re} \left(\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x} \right)$$

(20/100)

(b) Takrifkan operator Hermitian dan terangkan mengapa hanya operator Hermitian dapat digunakan di dalam Mekanik Kuantum.

(20/100)

(i) Tunjukkan bahawa nilai eigen bagi operator Hermitian semestinya hakiki

(15/100)

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

(15/100)

4. (a) Nyatakan postulat-postulat Mekanik Kuantum. (30/100)

- (b) Katakan dua pembolehubah yang diwakili oleh operator \hat{P} dan \hat{Q} , dan ϕ_i dan χ_i adalah fungsi eigen bagi operator \hat{P} dan \hat{Q} berturut-turut, iaitu $\hat{P}\phi_i = p_i\phi_i$, $\hat{Q}\chi_i = q_i\chi_i$

Keadaan sistem suatu entiti diwakili oleh ψ di mana

$$\begin{aligned}\psi &= \phi_1 + 2\phi_2 + 3\phi_3, \\ &= \chi_1\end{aligned}$$

Apakah keputusan didapati bila pengukuran dibuat terhadap sistem itu seperti yang diwakili oleh :-

- (i) $\hat{P}\psi$, dan
(ii) $\hat{Q}\psi$

Ulangkan jawapan di atas jika pengukuran dilaksanakan pada ensembel sistem itu.

(70/100)

5. (a) Suatu entiti dikurungkan di dalam suatu kotak berdimensi dua

$$\begin{aligned}0 &\leq x \leq a \\ 0 &\leq y \leq b\end{aligned}$$

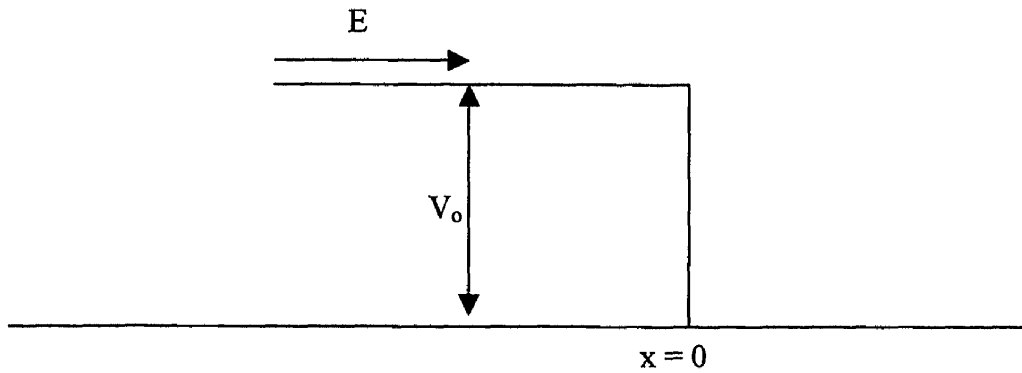
Dapatkan fungsi nilai eigen dan tenaga entiti itu.

(50/100)

- (b) Bincangkan kedegeneratan tenaga entiti itu bila $a = b$ dengan melukiskan rajah tenaga entiti. Hitungkan tenaga yang diperlukan untuk menerujakan entiti itu dari keadaan teruja pertama ke keadaan teruja ke-lima.

(50/100)

6. Suatu entiti yang mempunyai tenaga kinetik E bergerak dari kiri ke kanan, dimana $E > V_0$



$$V = V_0, x \leq 0$$

$$V = 0, x > 0$$

- (a) Dapatkan faktor atau pekali pantulan R dan penghantaran T bagi entiti itu. (70/100)
- (b) Bincangkan secara kualitatif konsep kesan penerowongan dan memberikan tiga contoh sistem yang menghasilkan kesan penerowongan. (30/100)