
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester KSCP
Sidang Akademik 2004/2005

Mei 2005

ZCT 205/3 - Mekanik Kuantum

Masa : 3 jam

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

Jawab kesemua **ENAM** soalan. Kesemua soalan wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Terangkan konsep dualiti dan konsep kesalinglengkapan di dalam dunia mikroskopik. Gunakan kedua-dua konsep itu untuk menerangkan keputusan-keputusan penyerakan Compton. (60/100)
- (b) Berikan dua contoh lain yang mana gelombang berkelakuan zarah dan dua contoh lain yang mana zarah berkelakuan gelombang di dunia mikroskop. Jelaskan contoh-contoh yang diberikan. (40/100)
2. (a) Nyatakan postulat-postulat Mekanik Kuantum. (25/100)
- (b) Nyatakan dengan tepat prinsip ketakpastian Heisenberg. Terangkan apa yang dimaksudkan oleh sebutan 'pasangan pembolehubah konjugat kanonik'. (25/100)
- (c) (i) Posisi suatu 10 KeV elektron ditentukan dengan kepersisian 10^{-11} m. Berapakah $\frac{\Delta p_x}{p_x}$? (50/100)
- (ii) Posisi suatu kereta, 1000 kg, yang bergerak dengan laju 100 km/s ditentukan dengan kepersisian 10^{-3} m. Berapakah $\frac{\Delta p_x}{p_x}$?
- (iii) Bincangkan keputusan-keputusan daripada kes (i) dan (ii).
3. (a) Apa yang dimaksudkan oleh sebutan 'operator Hermitian'? Mengapa operator Hermitian semestinya digunakan di dalam Mekanik Kuantum? (30/100)
- (b) Buktikan
- (i) $(\hat{A} + \hat{B})^+ = \hat{A}^+ + \hat{B}^+$
- (ii) $(\hat{A}^+)^+ = \hat{A}$
- (iii) $(\hat{A}\hat{B})^+ = \hat{B}^+ \hat{A}^+$ (30/100)

(c) Jika \hat{A} , \hat{B} dan \hat{C} merupakan operator-operator Hermitian, dapatkan

(i) $(\hat{A}\hat{B}\hat{C})^+ = ?$

(ii) $(\hat{A}\hat{B} + \hat{B}\hat{A})^+ = ?$

Apakah kedua-dua operator Hermitian? (40/100)

4. (a) Jelas konsep pengukuran bila suatu sistem kuantum berada di dalam keadaan tulin bagi suatu operator. Ulangkan penjelasan jikalau sistem kuantum berada di dalam keadaan campuran bagi suatu operator. (40/100)

(b) Katakan ϕ_i dan χ_i adalah fungsi-eigen bagi operator \hat{A} dan \hat{B} masing-masing:-

$$\hat{A}\phi_i = a_i\phi_i$$

$$\hat{B}\chi_i = b_i\chi_i$$

\hat{A} dan \hat{B} tidak berkomut.

Terdapat dua sistem kuantum ω and φ di mana

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

$$= \chi_1$$

$$\varphi = \phi_3$$

$$= \chi_1 + 3\chi_2 + 5\chi_3$$

Jelaskan keputusan yang didapati bila pengukuran dibuat terhadap kedua-dua sistem seperti yang diwakili oleh:-

(i) $\hat{A}\omega$ and $\hat{B}\omega$

(ii) $\hat{A}\varphi$ dan $\hat{B}\varphi$

(30/100)

Bincangkan keputusan-keputusan yang didapati jikalau pengukuran dibuat keatas ensembel kedua-dua sistem itu.

(30/100)

...4/-

5. (a) Nyatakan Persamaan Schrodinger bersandar masa di dalam 1-D dan seterusnya terbitkan Persamaan Schrodinger tak bersandar masa. Apakah syarat-syarat yang diperlukan?

(25/100)

- (b) Suatu entiti dikurungkan di dalam suatu kotak berdimensi dua

$$0 \leq x \leq a$$

$$0 \leq y \leq b$$

Dapatkan fungsi-eigen dan tenaga-eigen entiti itu.

(50/100)

- (c) Lukiskan rajah tenaga entiti itu dan bandingkan dengan rajah tenaga jikalau $a = b$. Jelaskan perbandingan itu dengan teliti. Hitungkan tenaga yang diperlukan untuk mengujakan entiti itu dari keadaan dasar ke keadaan teruja kedua bagi kes

- (i) $a \neq b$ dan
(ii) $a = b$.

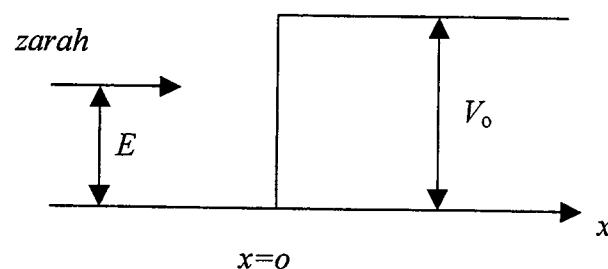
(25/100)

6. (a) Tunjukkan bahawa dua operator Hermitian yang berkomut mempunyai set fungsi-eigen yang sama.

(20/100)

- (b) Dapatkan faktor atau pekali pantulan R dan pekali penghantaran T bagi sistem kuantum yang ditunjukkan dalam rajah di bawah:

$$E < V_0$$



Bincangkan keputusan-keputusan yang didapati dengan membandingkannya dengan kes klasik.

(60/100)

...5/-

- (c) Apakah fenomena penembusan halangan atau kesan penerowongan?
Berikan dua contoh bagi fenomena ini.

(20/100)