
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2004/2005

Februari - Mac 2005

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) Terangkan konsep ciri dualiti bagi entiti dalam sistem mikroskopik dan bagaimana Einstein menggunakan konsep ini untuk menjelaskan keputusan-keputusan kesan fotoelektrik. (60/100)
- (b) Berikan dua contoh lain yang mana gelombang berkelakuan zarah dan dua contoh lain yang mana zarah berkelakuan gelombang di dunia mikroskop. (40/100)
2. (a) Dalam konsep mekanik kuantum, $|\psi|^2$ ditakrifkan sebagai ketumpatan kebarangkalian. Dengan menggunakan prinsip Keabadian Kebarangkalian, terbitkan arus ketumpatan kebarangkalian satu-dimensi. (50/100)
- (b) Terbitkan Persamaan Schrodinger bersandar masa dan seterusnya Persamaan Schrodinger tak-bersandar masa. Apakah syarat-syarat yang diperlukan? (50/100)
3. (a) Nyatakan dengan tepat Prinsip Ketakpastian Heisenberg. (10/100)
- (b) (i) Posisi suatu 2 keV elektron ditentukan dengan kepersisian 10^{-10} m. Dapatkan ketakpastian momentum linearnya, Δp_x .
Beberapaakah $\frac{\Delta p_x}{p_x}$?
- (ii) Posisi suatu 5.0 gm bahan yang bergerak dengan halaju 20.0 cm/saat ditentukan dengan kepersisian 10^{-6} m. Dapatkan ketakpastian momentum linearnya, Δp_x . Apakah $\frac{\Delta p_x}{p_x}$?
- (iii) Bincangkan keputusan daripada kes (i) dan (ii). (30/100)
- (c) Dengan menggunakan $[\hat{p}_x, \hat{x}] = i\hbar$, terbitkan, secara prinsip pertama, Prinsip Ketakpastian Heisenberg. (60/100)

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

(30/100)

- (b) Katakan dua pembolehubah diwakili oleh \hat{P} dan \hat{Q} , dan ϕ_i dan χ_i adalah fungsi eigen bagi operator \hat{P} dan \hat{Q} masing-masing, iaitu $\hat{H} = P\hat{A}$, $\hat{Q}\chi_i = q_i\chi_i$.

Keadaan sistem suatu entiti diwakili oleh ρ di mana

$$\rho = \phi_1 + 3\phi_2 + 5\phi_3$$

$$= \rho$$

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

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

Apakah keputusan yang didapati bila pengukuran dibuat terhadap ensemble sistem itu?

(70/100)

5. (a) Nyatakan postulat-postulat Mekanik Kuantum. (25/100)

- (b) (i) Suatu entiti dikurangkan di dalam suatu kotak berdimensi tiga

$$0 \leq x \leq a$$

$$0 \leq y \leq b$$

$$0 \leq z \leq c$$

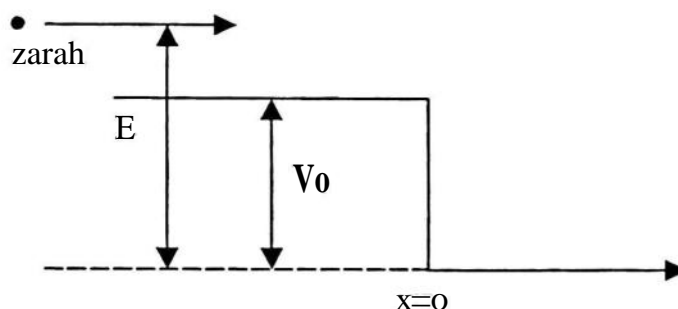
Dapatkan fungsi eigen, dan tenaga entiti itu.

(50/100)

- (ii) Bincangkan kedegeneratan tenaga entiti itu bila $a = b = c$ dengan melukiskan rajah tenaga entiti. Hitungkan tenaga yang diperlukan untuk mengujakan entiti itu dari keadaan dasar ke keadaan teruja ketiga.

(25/100)

6. (a) Tunjukkan bahawa nilai eigen bagi suatu operator Hermitian semestinya nombor hakiki. (20/100)
- (b) Dapatkan faktor atau pekali pantulan R dan pekali penghantaran T bagi sistem kuantum yang ditunjukkan dalam rajah dibawah:



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

(60/100)

- (c) Bincangkan fenomena penembusan halangan atau kesan penerowongan secara teliti dengan memberikan dua contoh fenomena ini.

(20/100)