

---

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,  $|\phi|^2$  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,  $\Delta p_x$ .  
Beberapakah  $\frac{\Delta p_x}{p_x}$ ?
- (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,  $\Delta p_x$ . 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  $\phi_i$  dan  $\chi_i$  adalah fungsi eigen bagi operator  $\hat{P}$  dan  $\hat{Q}$  masing-masing, iaitu  $\hat{P}\phi_i = p_i\phi_i$ ,  $\hat{Q}\chi_i = q_i\chi_i$ .

Keadaan sistem suatu entiti diwakili oleh  $\varphi$  di mana

$$\begin{aligned}\varphi &= \phi_1 + 3\phi_2 + 5\phi_3 \\ &= \chi_6\end{aligned}$$

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

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

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

(70/100)

5. (a) Nyatakan postulat-postulat Mekanik Kuantum. (25/100)
- (b) (i) Suatu entiti dikurangkan di dalam suatu kotak berdimensi tiga

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

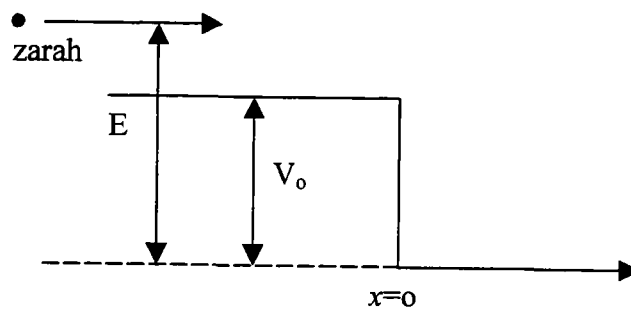
Dapatkan fungsi eigen, dan tenaga entiti itu.

(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)