
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang
Sidang Akademik 2003/2004

April 2004

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 eksperimen Kesan Compton. Jelaskan keputusan-keputusan yang didapati daripada eksperimen ini. (50/100)

- (b) Nyata Prinsip Ketakpastian Heisenberg dan terangkan peranannya di dalam konsep pengukuran.

Terangkan keputusan yang terdapat apabila pengukuran serentak dilakukan keatas pasangan pencerap dibawah:-

- (a) x, p_x
 (b) E, t
 (c) y, p_x

di mana x = koordinat-x posisi
 y = koordinat-y posisi
 p_x = momentum linear komponen-x
 E = tenaga jumlah
 t = masa

Semua pembolehcerap adalah berkaitan dengan zarah bebas.

(50/100)

2. (a) Bincangkan konsep pengukuran suatu sistem kuantum apabila sistem ini berada di (i) keadaan tulin dan (ii) keadaan campuran. (50/100)

- (b) Keadaan bagi suatu sistem diberikan dengan ungkapan

$$\varphi = 2\phi_1 + 5\phi_2 + 3\phi_3$$

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} = 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, dapatkan nilai jumlah tenaga ensembel itu. (25/100)

3. (a) Nyata postulat-postulat Mekanik Kuantum. (25/100)
- (b) Tunjukkan bahawa nilai eigen bagi operator Hermitian semestinya nombor hakiki. (25/100)
- (c) Tunjukkan dua fungsi eigen bagi suatu operator Hermitian berotogon jika nilai eigen-nilai eigen tidak sama. (25/100)
- (d) Tunjukkan bahawa dua operator yang berkommute mempunyai set fungsi eigen yang sama. (25/100)

4. (a) Dapatkan fungsi eigen bagi persamaan nilai eigen berikut:-

$$-i \frac{\partial}{\partial y} u_n(y) = a_n u_n(y)$$

Tentukan a_n jika U_n mematuhi syarat sempadan

$$u_n(y) = u_n(y + N)$$

(50/100)

- (b) Jika \hat{A} , \hat{B} dan \hat{C} merupakan operator-operator Hermitian, dapatkan (a) $(\hat{A}\hat{B}\hat{C})^+$ dan (b) $(\hat{A}\hat{B} + \hat{B}\hat{A})^+$. Adakah kedua-dua operator di atas Hermitian? (50/100)

5. (a) Suatu entiti dihadkan ke suatu kotak-3D yang seginya a , b dan c . Dengan menggunakan syarat-syarat sempadan, tunjukkan bahawa tenaga yang dibenarkan kepada entiti itu adalah

$$E(n_x, n_y, n_z) = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m} \left[\left(\frac{n_x}{a} \right)^2 + \left(\frac{n_y}{b} \right)^2 + \left(\frac{n_z}{c} \right)^2 \right]$$

di mana $n_x, n_y, n_z = 1, 2, 3, \dots$ (nombor integer)

Apakah fungsi eigen bagi entiti itu?

(70/100)

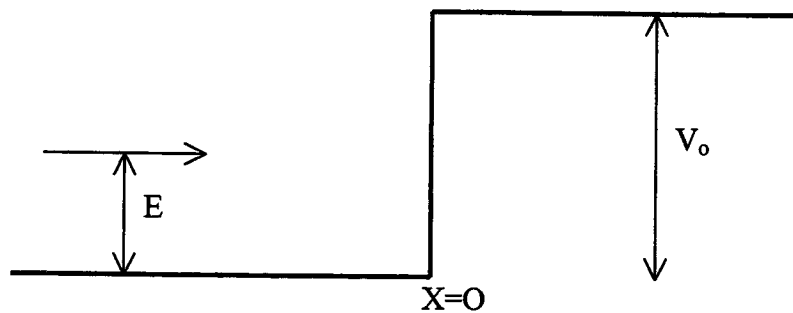
...4/-

- (b) Jika $a = b = c$, lukiskan gambarajah tenaga entiti itu ke paras teruja keenam. Kenalpastikan paras tenaga degenerat?

Berapakah tenaga diperlukan untuk mengujakan entiti dari paras dasar ke paras teruja ke tiga?

(30/100)

6.



Suatu entiti yang mempunyai tenaga kinetik E bergerak dari kiri ke kanan, di mana $E < V_0$.

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

$$V = V_0, \quad x > 0$$

- (a) Dapatkan pekali pantulan R dan pekali penghantaran T . Bincangkan jawapan anda secara teliti.

(70/100)

- (b) Bincangkan secara kualitatif konsep kesan penerowongan dan memberikan dua contoh sistem yang menghasilkan kesan penerowongan.

(30/100)