

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2002/2003

Februari – Mac 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 secara terperinci fenomena kesan fotoelektrik dan bagaimana postulat Planck dapat mengatasi kekurangan Fizik Klasik

Jelaskan dua contoh lain di mana eksperimen menunjukkan dualiti entiti di dalam dunia mikroskopik

(50/100)

- (b) Bermula dengan prinsip keabadian tenaga, terbitkan persamaan Schrödinger bersandar masa dan seterusnya terbitkan persamaan Schrödinger tak bersandar masa.

(50/100)

2. (a) Nyatakan Prinsip Ketakpastian Heisenberg. Di antara zarah-zarah asas, zarah sigma ditentukan bertenaga rehat 1285 MeV dari masa hayatnya bernilai 2.0×10^{-23} s. Dapatkan julat pengukuran bagi tenaga rehatnya.

(30/100)

(b) Bagi suatu entiti bebas yang berdimensi satu, nyatakan operator bagi

- (i) tenaga kinetik, $\hat{H}$
- (ii) momentum linear, $\hat{P}_x$ dan
- (iii) posisi, $\hat{x}$

(20/100)

(c) Dapatkan (i) $[\hat{H}, \hat{P}_x]$; (ii) $[\hat{H}, \hat{x}]$ dan (iii) $[\hat{P}, \hat{x}]$

Yang mana pasangan pencerap di bahagian (b) mematuhi Prinsip Ketakpastian Heisenberg?

(50/100)

3. (a) Apakah maksud keadaan tulin dan keadaan campuran bagi sistem kuantum? Jelaskan keputusan yang didapati bila pengukuran dilaksanakan keatas

- (i) sistem di dalam keadaan tulin dan
- (ii) sistem di dalam keadaan campuran.

(50/100)

(b) Keadaan suatu sistem kuantum diberikan dengan ungkapan

$$\varphi = \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + 2\phi_4$$

yang mana

$$\hat{H}\phi_1 = E\phi_1$$

$$\hat{H}\phi_2 = 2E\phi_2$$

$$\hat{H}\phi_3 = 3E\phi_3$$

$$\hat{H}\phi_4 = 4E\phi_4$$

$\hat{H}$ adalah operator Hamiltonian

- (i) Dapatkan nilai jangkaan bagi tenaga sistem itu
- (ii) Jika pengukuran tenaga dilakukan bukan pada ensemble sistem itu, tetapi pada hanya suatu sistem, apakah keputusan yang didapati?

(50/100)

...3/-

4. a) Takrifkan operator Hermitian. Jika $\hat{A}$, $\hat{B}$ dan $\hat{C}$ merupakan operator-operator Hermitian, dapatkan ungkapan bagi:-

- (i) $(\hat{A}\hat{B})^+$
- (ii) $(\hat{A}\hat{B} + \hat{B}\hat{A})^+$
- (iii) $(\hat{A}\hat{B}\hat{C})^+$ dan
- (iv) $(\hat{A}\hat{B}\hat{C} + \hat{C}\hat{B}\hat{A})^+$

Yang mana operator-operator di atas, (i) ke (iv), adalah operator Hermitian?

(40/100)

- (b) Tunjukkan bahawa nilai eigen bagi operator Hermitian semestinya hakiki

(15/100)

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

(15/100)

- (d) Nyatakan postulat-postulat Mekanik Kuantum

(30/100)

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

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

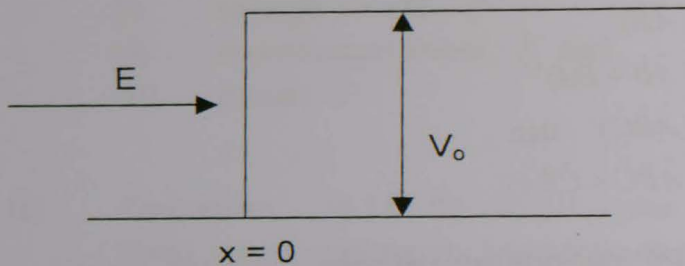
Dapatkan fungsi eigen dan tenaga entiti itu

(50/100)

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

(50/100)

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



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

$$V = V_0, x > 0$$

- (a) Dapatkan faktor atau pekali pantulan R dan penghantaran T bagi entiti itu. (70/100)
- (b) Dengan menggunakan keputusan dari bahagian (a), terangkan secara kualitatif konsep kesan penerowongan dan memberikan dua contoh sistem yang menghasilkan kesan penerowongan. (30/100)