

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan KSCP
Sidang Akademik 1998/99

April 1999

ZCT 205/3 - Mekanik Kuantum

Masa : [3 jam]

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

Jawab kesemua ENAM soalan. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Perihalkan secara terperinci fenomenon penyinaran jasad hitam dan bagaimana postulat Planck dapat menjelaskan fenomenon ini. (60/100)

(b) Berikan tiga lagi eksperimen yang menunjukkan kegagalan konsep Fizik Klasik dan yang memerlukan konsep kuantum untuk menjelaskan keputusan-keputusan eksperimen tersebut. (40/100)

2. (a) Nyatakan Prinsip Ketakpastian Heisenberg. Di dalam reputan-beta, elektron-elektron dipancarkan daripada nukleus. Andaikan diameter nukleus tipikal bernilai 10^{-14} m dan elektron wujud di dalam nukleus. Gunakan Prinsip Ketakpastian Heisenberg untuk menganggar julat tenaga kinetik elektron tersebut. Melalui eksperimen, nilai tenaga kinetik zarah-beta sekurang-kurangnya 1 MeV. Apakah kesimpulan tentang andaian kewujudan elektron di dalam nukleus? (60/100)

(b) Dapatkan fungsieigen bagi persamaan nilai-eigen berikut

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

Tentukan a_n jika u_n mematuhi syarat sempadan

$$u_n(x) = u_n(x+L)$$

(40/100)

...2/-

3. (a) Nyatakan postulat-postulat Mekanik Kuantum.

(50/100)

(b) Keadaan bagi suatu sistem diberikan dengan ungkapan

$$\hat{H}\phi_1 = \hbar\omega\phi_1$$

$$\hat{H}\phi_2 = 2\hbar\omega\phi_2$$

$$\hat{H}\phi_3 = 3\hbar\omega\phi_3$$

$$\hat{H}\phi_4 = 4\hbar\omega\phi_4$$

\hat{H} adalah operator Hamiltonian.

(i) Dapatkan nilai jangkaan bagi pengukuran tenaga.

(ii) Jika hanya satu pengukuran tenaga dilakukan pada sistem tersebut, beberapakah kebarangkalian bagi setiap nilai-eigen?

(50/100)

4. (a) Takrifkan operator Hermitian.

Jika \hat{A} , \hat{B} dan \hat{C} merupakan operator-operator Hermitian, dapatkan ungkapan bagi:-

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

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

Adakah kedua-dua operator Hermitian?

(50/100)

(b) Tunjukkan bahawa nilai-eigen bagi operator Hermitian semestinya hakiki. Tunjukkan juga bahawa dua fungsi-eigen bagi suatu operator Hermitian berortogon jika nilai-eigen-nilai-eigen bersepadan tidak sama.

(50/100)

5. Tunjukkan bahawa bagi zarah di dalam kotak dua-dimensi, iaitu bagi zarah yang bergerak di dalam potensial $V = 0$ apabila $0 \leq x \leq a$, $0 \leq y \leq b$ dan $V = \infty$ ditempat lain, fungsi gelombangnya dan tenaganya diberikan dengan ungkapan

...3/-

178



$$\psi(x, y) = \frac{1}{\sqrt{ab}} \sin\left(\frac{\pi n_x}{a} x\right) \sin\left(\frac{\pi n_y}{b} y\right)$$

dan

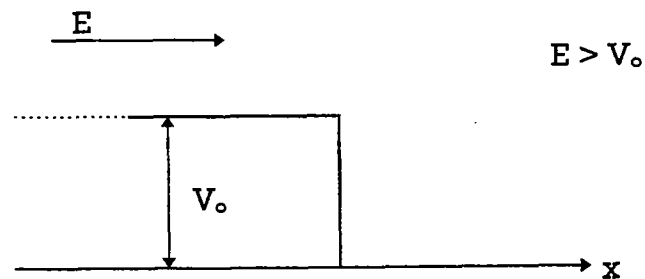
$$E_{n_x, n_y} = \frac{\pi \hbar^2}{2m} \left(\frac{n_x^2}{a^2} + \frac{n_y^2}{b^2} \right)$$

di mana $n_x, n_y = 1, 2, 3, \dots$
dan m adalah jisim zarah.

Bincangkan kedegeneratan paras tenaga bila $a = b$.

(100/100)

6. Bagi sistem kuantum yang terdapat di dalam gambarajah di bawah, satu zarah bergerak dari kiri ke kanan.



$$\begin{aligned} V &= 0, & x &\geq 0 \\ V &= V_0, & x < 0 \end{aligned}$$

Dapatkan faktor atau pekali pantulan R dan pekali penghantaran T bagi zarah ini.

(100/100)

$$\hbar = 1.05 \times 10^{-34} \text{ J s}$$