

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 1991/92

Oktober/November 1991

ZCC 308/2 - Ilmu Fizik Moden II

Masa : [2 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini. Jawab KESEMUA EMPAT soalan. Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

Diberi (gunakan jika perlu):

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{Jisim rehat elektron} = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{Tenaga rehat elektron} = 0.511 \text{ MeV}$$

$$\int_0^{\infty} x^{2n} e^{-ax^2} dx = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2n-1)}{2^{n+1} a^n} \sqrt{\frac{\pi}{a}}$$

$$\int_0^{\infty} x^{2n+1} e^{-ax^2} dx = \frac{n!}{2a^{n+1}}$$

1. (a) Tunjukkan bahawa jarak gelombang de Broglie bagi suatu zarah yang mempunyai jisim rehat  $m_0$  dan tenaga kinetik  $K$  diberi oleh persamaan berikut:

$$\lambda = \frac{hc}{\sqrt{K(K + 2m_0c^2)}}$$

(10/25)

- (b) Tunjukkan bahawa ketakpastian di dalam pengukuran serentak bagi kedudukan dan jarak gelombang de Broglie zarah yang tersebut di atas adalah

$$\Delta\lambda \Delta x \geq \lambda^2/4\pi$$

(5/25)

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 1992/93

Oktober/November 1992

ZCC 308/2 - Ilmu Fizik Moden II

Masa : (2 jam)

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

Jawab kesemua EMPAT soalan.  
Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Buktikan bahawa operator momentum  $\hat{p} = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$  adalah Hermitian. Buktikan juga bahawa operator tenaga kinetik bagi suatu zarah adalah Hermitian. (40/100)
- (b) Fungsi eigen bagi persamaan nilai eigen
- $$\hat{A}\Psi = a\Psi$$
- adalah  $\Psi_1$  dengan nilai eigen  $a_1$  dan  $\Psi_2$  dengan nilai eigen  $a_2$ . Operator  $\hat{A}$  adalah suatu operator Hermitian yang mewakili suatu kuantiti terukurkan. Buktikan bahawa  $\Psi_1$  dan  $\Psi_2$  adalah berotogon jika  $a_1 \neq a_2$ . (40/100)
- (c) Apakah akan terjadi apabila  $a_1 = a_2$ ? Tunjukkan bahawa suatu gabungan linear bagi  $\Psi_1$  dan  $\Psi_2$  adalah suatu fungsi eigen bagi  $\hat{A}$ . (20/100)
2. (a) Jelaskan postulat-postulat teori mekanik kuantum tentang fungsi gelombang dan persamaan yang fungsi gelombang mesti mematuhi. (20/100)

...2/-

- (b) Suatu zarah bebas berjisim  $m$  diletak dalam suatu kotak 1-D yang berpanjang  $L$ . Fungsi gelombang bagi keadaan tenaga terendah zarah itu adalah

$$\Psi(x,t) = \begin{cases} A \cos\left(\frac{\pi x}{L}\right) e^{-iEt/\hbar}, & -\frac{L}{2} < x < \frac{L}{2} \\ 0, & x \geq \frac{L}{2}, x \leq -\frac{L}{2} \end{cases}$$

- (i) Hitungkan pemalar penormalan  $A$ . (20/100)
- (ii) Tentusahkan bahawa fungsi gelombang itu adalah suatu penyelesaian bagi Persamaan Schrödinger (20/100)
- (iii) Berapakah nilai tenaga terendah  $E$ ? (20/100)
- (iv) Bolehkah tenaga terendah menjadi sifar? Jelaskan samada keputusan itu bersetuju dengan prinsip ketaktentuan Heisenberg. (20/100)
3. (a) Hamiltonian  $H$  bagi suatu pengayun harmonik mudah dalam 1-D adalah

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2} kx^2$$

Buktikan bahawa fungsi

$$\Psi_0 = C e^{-m\omega x^2/2\hbar}$$

di mana  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$  dan  $C$  adalah pemalar penormalan, adalah suatu fungsi eigen bagi  $H$ . Tentukan nilai eigen tenaga bagi fungsi eigen  $\Psi_0$ .

(40/100)

- (b) Hitungkan nilai jangkaan  $\langle x \rangle$  dan  $\langle p \rangle$  bagi keadaan  $\Psi_0$  itu. (20/100)
- (c) Buktikan bahawa nilai jangkaan tenaga kinetik  $\langle T \rangle$  dan nilai jangkaan tenaga keupayaan  $\langle V \rangle$  adalah  $\langle T \rangle = \langle V \rangle = \frac{1}{4} \hbar \omega$ .

$$\left[ \text{Diberi: } \int_0^\infty e^{-\alpha x^2} dx = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}} \right. \\ \left. \int_0^\infty x^2 e^{-\alpha x^2} dx = \frac{1}{4} \sqrt{\pi} \alpha^{-3/2} \right] \quad (40/100)$$

4. Tulis nota-nota ringkas bagi topik-topik berikut:-

- |                                     |          |
|-------------------------------------|----------|
| (a) Prinsip ketaktentuan Heisenberg | (25/100) |
| (b) Arus ketumpatan kebarangkalian  | (25/100) |
| (c) Operator Hermitian              | (25/100) |
| (d) Operator-operator yang bermomut | (25/100) |

- ooo00ooo -

