

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang 1986/87

ZCC 308/2 - Ilmu Fizik Moden II

Tarikh: 15 April 1987

Masa: 2.15 ptg - 4.15 ptg
(2 jam)

Jawab KESEMUA EMPAT soalan.
Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Berapakah jarakgelombang de Broglie bagi elektron yang bergerak dengan laju $0.8c$, di mana c ialah halaju cahaya? Berapakah tenaga foton yang berjarakgelombang yang sama?

(nilai $c = 3 \times 10^8$ m/s).

(30/100)

- (b) Jika elektron boleh wujud di dalam nukleus yang berdimensi 1×10^{-14} m, tentukan tenaga kinetik yang minimum elektron itu berdasarkan prinsip ketakpastian.

(30/100)

- (c) Nyatakan postulat-postulat mekanik kuantum.

(40/100)

2. (a) Tunjukkan bahawa operator

$$\hat{A} = -\frac{1}{x} \frac{d}{dx} \left(x \frac{d}{dx} \right) - \frac{1}{ax}$$

(dimana a adalah pemalar nyata) mempunyai satu fungsi eigen berbentuk

$$\psi(x) = e^{-\lambda x}$$

dengan syarat pemalar λ mempunyai nilai tertentu. Tentukan nilai λ dan simpulkan nilai eigennya.

(60/100)

- (b) Dapatkan ketumpatan arus kebarangkalian bagi satu fungsi gelombang yang ternormal,

$$\psi(x) = Ae^{-\lambda x} + Be^{-ikx}$$

dimana A, B, λ dan k adalah pemalar nyata.
(40/100)

3. Nyatakan syarat sempadan yang mesti dipatuhi oleh satu fungsi gelombang $\psi(x)$ bagi satu zarah dalam satu dimensi.
(10/100)

Satu zarah berjirim m di dalam perigi keupayaan satu dimensi ditakrifkan oleh

$$V(x) = \begin{cases} V & x < -a \\ 0 & -a < x < a \\ V & x > a \end{cases}$$

Tunjukkan bahawa fungsi gelombang $\psi(x)$ dalam bentuk umum adalah

$$\psi(x) = \begin{cases} A \exp(\lambda x) & x < -a \\ B \cos k_0 x + C \sin k_0 x & -a < x < a \\ D \exp(-\lambda x) & x > a \end{cases}$$

dimana A, B, C, D adalah pemalar, k_0 dan λ ditakrifkan sebagai

$$k_0^2 = \frac{2mE}{\hbar^2}, \quad \lambda^2 = \frac{2m(V - E)}{\hbar^2}$$

Buktikan keadaan pariti genap mematuhi syarat

$$k_0 \tan(k_0 a) = \lambda$$

(90/100)

4. Hamiltonian bagi pengayun harmonik mudah dalam satu dimensi boleh diungkapkan sebagai

$$\hat{H} = \frac{1}{2}\hat{p}^2 + \frac{1}{2}\omega^2 x^2$$

Kalau operator \hat{a} dan \hat{a}^+ ditakrifkan dalam bentuk operator momentum \hat{p} dan kedudukan x iaitu

$$\hat{a} = \frac{1}{\sqrt{2\hbar\omega}} (\omega x + i\hat{p}), \quad \hat{a}^+ = \frac{1}{\sqrt{2\hbar\omega}} (\omega x - i\hat{p})$$

Buktikan

(i) $\hat{a} \hat{a}^+ - \hat{a}^+ \hat{a} = 1$ (20/100)

(ii) $\hat{H} = \hbar\omega(\hat{a}^+ \hat{a} + \frac{1}{2})$ (20/100)

- (iii) kalau ψ_n adalah fungsi eigen bagi \hat{H} dan E_n sebagai nilai eigennya, maka $\hat{a}^+\psi_n$ dan $\hat{a}\psi_n$ adalah fungsi-fungsi eigen bagi \hat{H} dan nilai-nilai eigen adalah $E_n + \hbar\omega$ dan $E_n - \hbar\omega$. (40/100)

Jadi simpulkan bahawa nilai-nilai eigen tenaga adalah

$$E_n = (n + \frac{1}{2})\hbar\omega \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

(20/100)

- ooo00ooo -

