
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2003/2004

Februari/Mac 2004

JIF 318 – Mekanik Kuantum

Masa : 3 jam

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

Jawab SEMUA soalan.

Baca arahan dengan teliti sebelum anda menjawab soalan.

Setiap soalan diperuntukkan 100 markah.

...2/-

1. (a) Carilah jarak gelombang suatu neutron yang bertenaga 0.08 eV.
(50 markah)

- (b) (i) Huraikan Prinsip Ketidakpastian.
(20 markah)

- (ii) Suatu zarah dengan jisim m adalah terhad dalam satu dimensi pada suatu garis dengan panjang L . Dengan berasaskan Prinsip Ketidakpastian, kiralah tenaga minimum zarah tersebut.

Panduan: $\Delta x \Delta p_x \geq h/4\pi$ dan anggaplah $\Delta x = L$.

(30 markah)

2. (a) Andaikan suatu zarah yang terhad kepada paksi x mempunyai fungsi gelombang seperti berikut

$$\psi(x) = \begin{cases} ax & 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{untuk nilai } x \text{ yang lain} \end{cases}$$

Carilah kebarangkalian zarah tersebut boleh dijumpai di antara $x = 0.45$ dan $x = 0.55$.

(30 markah)

- (b) Suatu zarah dengan jisim m berada dalam keadaan

$$\Psi_{(x,t)} = A \exp\left[-a(mx^2/\hbar + it)\right]$$

Di sini A dan a adalah pemalar nyata dan positif.

...3/-

(i) Tunjukkan bahawa

$$A = \left(\frac{2ma}{\pi\hbar} \right)^{1/4}$$

(40 markah)

(ii) Carilah fungsi tenaga keupayaan $V(x)$ supaya ψ dapat memenuhi persamaan Schrödinger.

(30 markah)

Panduan: $\int_0^\infty e^{-ax^2} dx = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{a}}$.

3. Suatu zarah diperihalkan oleh fungsi gelombang satu dimensi

$$\psi(x) = \left(\frac{a}{\pi} \right)^{1/4} \exp\left(-\frac{ax^2}{2} \right), -\infty < x < \infty$$

(a) Carilah

(i) $\langle x \rangle$

(ii) $\langle x^2 \rangle$

(iii) Δx

(iv) $\langle p \rangle$

(v) $\langle p^2 \rangle$

(vi) Δp

(60 markah)

...4/-

- (b) Huraikan keputusan nilai-nilai dalam 3(a)(iii) dan 3(a)(vi) dengan Prinsip Ketidakpastian.

Panduan: $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-ax^2} dx = \left(\frac{\pi}{a}\right)^{1/2}$

$$\int_{-\infty}^{\infty} x^2 e^{-ax^2} dx = \frac{1}{2a} \left(\frac{\pi}{a}\right)^{1/2}$$

(40 markah)

4. (a) Dapatkan hubungan komutasi berikut

(i) $[L_x, L_y]$

(ii) $[L_y^2, L_x]$

(iii) $[L^2, L_x]$

(60 markah)

- (b) Buktikan $e^{-\frac{x^2}{2}}$ adalah fungsi eigen bagi operator $Q = \left(\frac{d^2}{dx^2}\right) - x^2$ dan dapatkan nilai eigen tersebut.

(40 markah)

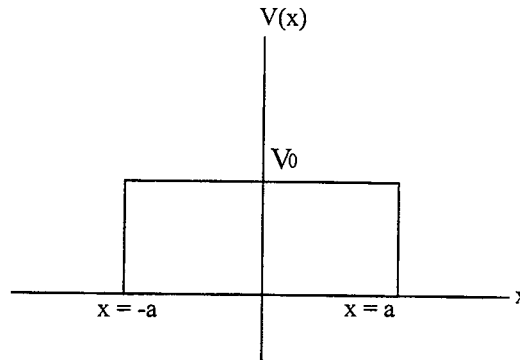
5. (a) Sekiranya suatu zarah yang berjisim m bergerak dengan halaju v dalam suatu garis lurus mempunyai tenaga $E = \frac{1}{2}mv^2$, tunjukkan bahawa

$$\Delta E \Delta t \geq h/4\pi. \text{ Di sini } \Delta t = \frac{\Delta x}{v}.$$

(20 markah)

...5/-

- (b) Pertimbangkan suatu halangan potensial yang merupakan segiempat tepat yang terhingga seperti yang ditunjukkan oleh Rajah 1. Zarah yang terlibat berjisim m dan bertenaga E .



Rajah 1

$$V(x) = \begin{cases} V_0 & \text{untuk } -a < x < a \\ 0 & \text{untuk } |x| \geq a \end{cases}$$

Untuk $E < V_0$ tunjukkan bahawa pekali penghantaran ialah

$$T = \left[1 + \frac{V_0^2}{4E(V_0 - E)} \sinh^2 \left(\frac{2a}{\hbar} \sqrt{2m(V_0 - E)} \right) \right]^{-1}$$

(60 markah)

Bincangkan keputusan anda.

(20 markah)

...6/-

Lampiran

Kelajuan cahaya	c	=	2.998×10^8 m/s
Cas elektron	e	=	1.602×10^{-19} C
Pemalar planck	h	=	6.626×10^{-34} Js
Pemalar Boltzmann	k	=	1.381×10^{-23} J/K = 8.617×10^{-5} eV/K
Nombor Avogadro	N_A	=	6.023×10^{23} /mole
Jisim rehat elektron	m_e	=	9.109×10^{-31} kg = 0.5110 MeV/c ²
Jisim rehat proton	m_p	=	1.672×10^{-27} kg = 938.3 MeV/c ²
Jisim rehat neutron	m_n	=	1.675×10^{-27} kg = 939.6 MeV/c ²
Unit jisim atom ($C^{12} \equiv 12$)	u	=	1.661×10^{-27} kg = 931.5 MeV/c ²
1 eV		=	1.602×10^{-19} J
1 Å		=	10^{-10} m
1 fm		=	10^{-15} m

- ooo0ooo -

...7/-

