
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.

(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.

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

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

(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.

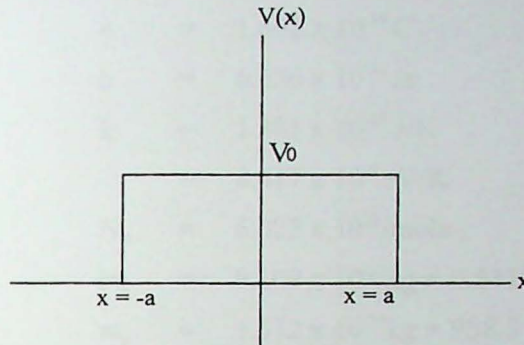
(40 markah)

5. (a) Sekiranya suatu zarah yang berjirim m bergerak dengan halaju v dalam suatu garis lurus mempunyai tenaga $E = \frac{1}{2}mv^2$, tunjukkan bahawa $\Delta E \Delta t \geq h/4\pi$. 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)

Lampiran

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

- 0000000 -

...7/-