

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2004/2005

Mac 2005

JIF 318 – Mekanik Kuantum

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA** 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.

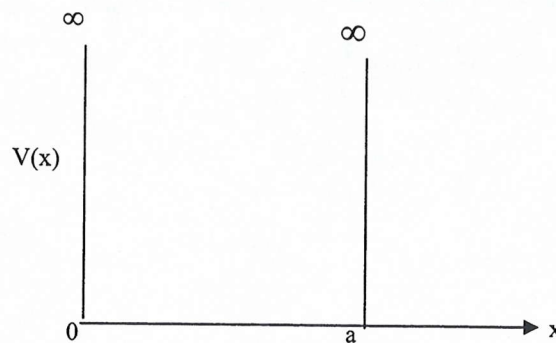
1. (a) Huraikan konsep kuantum dalam fenomena berikut:
(i) kesan fotoelektrik
(ii) spektrum sinaran jasad hitam. (60 markah)
- (b) Suatu bola tenis yang berjisim 100 g bergerak pada $v = 0.5 \text{ m/s}$.
(i) Dapatkan gelombang de Broglie bola tenis tersebut.
(ii) Tunjukkan bahawa belauan bola tenis tersebut oleh sebuah tingkap yang berukuran 1.0 m x 1.5 m boleh diabaikan. (40 markah)

2. (a) Suatu zarah terperangkap dalam kawasan satu dimensi $0 \leq x \leq a$ seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Bermula dengan persamaan Schrodinger tunjukkan bahawa nilai eigen tenaga adalah

$$E_n = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2ma^2}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

(60 markah)

- (b) Suatu elektron adalah terhad dalam keadaan dasar dalam suatu kotak satu dimensi dengan panjang 10^{-10} m . Tenaga elektron tersebut ialah 38 eV. Kira tenaga elektron tersebut pada keadaan teruja yang pertama.



Rajah 1

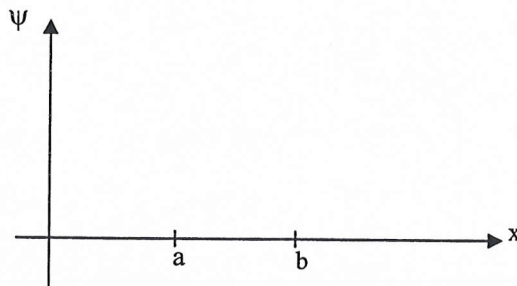
(40 markah)

3. Suatu zarah diwakili dengan fungsi gelombang

$$\psi(x, 0) = \begin{cases} A \frac{x}{a} & , 0 \leq x \leq a \\ A(b-x)/(b-a) & , a \leq x \leq b, \\ 0 & , \text{untuk } x \text{ yang lain} \end{cases}$$

Di sini A, a dan b adalah pemalar.

- (a) Lakarkan $\psi(x, 0)$ sebagai fungsi x seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.



Rajah 2

(25 markah)

- (b) Normalkan ψ .

(25 markah)

- (c) Nyatakan tempat zarah paling mungkin dijumpai pada masa $t = 0$.

(25 markah)

- (d) Dapatkan kebarangkalian menjumpai zarah pada sebelah kiri a.

(25 markah)

4. (a) Jika $\psi = e^{2x}$ adalah fungsi eigen bagi operator $\frac{d^2}{dx^2}$, cari nilai eigen yang berkaitan.

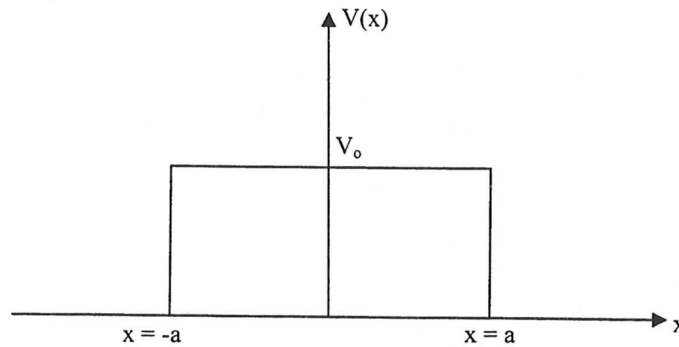
(40 markah)

- (b) Cari nilai $\langle x \rangle$ bagi kedudukan suatu zarah yang terperangkap dalam suatu kotak yang lebarnya L . Fungsi gelombang adalah

$$\psi_n = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L} \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

(60 markah)

5. (a) Pertimbangkan suatu halangan potensial yang merupakan segiempat tepat yang terhingga seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.



Rajah 3

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

Untuk $E < V_0$, dapatkan pekali penghantaran T dalam sebutan V_0 , E , a dan \hbar .

(60 markah)

- (b) Huraikan secara ringkas fenomena penerowongan (“tunneling”) dalam
- (i) reputan alfa
 - (ii) songsangan ammonia.

(40 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	$= 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$
	\hbar	$= h/2\pi = 1.055 \times 10^{-34} \text{ Js}$ $= 0.6582 \times 10^{-15} \text{ eV-s}$
Pemalar Boltzmann	k	$= 1.381 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ $= 8.617 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$
	N_0	$= 6.023 \times 10^{23} / \text{mole}$
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		$= 10^{-15} \text{ m}$
1 J		$= 6.242 \times 10^{18} \text{ eV}$