

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang  
Sidang Akademik 2007/2008

Jun 2008

**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.

Lampiran

Speed of light	$c$	=	$2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$
Electronic charge	$e$	=	$1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Boltzmann constant	$k$	=	$1.381 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
		=	$8.617 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$
Planck's constant	$h$	=	$6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$
		=	$4.136 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$
Avogadro's constant	$N_A$	=	$6.022 \times 10^{23} \text{ mole}^{-1}$
Electron mass	$m_e$	=	$5.49 \times 10^{-4} \text{ u}$
		=	$0.511 \text{ MeV}/c^2$
Proton mass	$m_p$	=	$1.007276 \text{ u}$
		=	$938.3 \text{ MeV}/c^2$
Neutron mass	$m_n$	=	$1.008665 \text{ u}$
		=	$939.6 \text{ MeV}/c^2$
Bohr radius	$a_0$	=	$0.0529 \text{ nm}$
Hydrogen ionization energy			$13.6 \text{ eV}$
	$hc$	=	$1.240 \times 10^3 \text{ eV.nm}$
	$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}$	=	$1.440 \text{ eV.nm}$
	$1 \text{ eV}$	=	$1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$
	$1 \text{ u}$	=	$931.5 \text{ MeV}/c^2$
	$kT$	=	$0.02525 \text{ eV} \cong \frac{1}{40} \text{ eV at } T = 293 \text{ K}$

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

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

1. (a) Huraikan apa yang dimaksudkan dengan operator linear.

(4 markah)

(b) Dapatkan nilai

(i)  $\left[ x, \frac{d}{dx} \right]$

(ii)  $[A, A]$

(iii)  $[A, K]$

Di sini  $K$  adalah pemalar.

(6 markah)

(c) Tunjukkan bahawa

(i)  $[A + B, C] = [A, C] + [B, C]$

(ii)  $[A, (BC)] = [A, B]C + B[A, C]$

(4 markah)

(d) Hamiltonian bagi sistem konservatif berpadanan dengan jumlah tenaga sistem tersebut iaitu

$$H = T + V$$

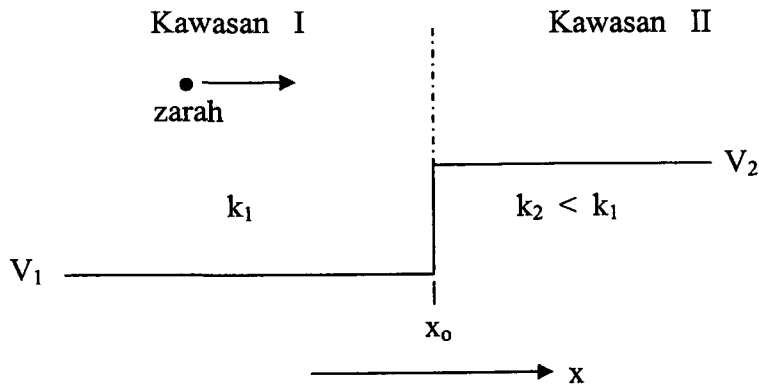
Buktikan bahawa operator Hamiltonian bagi suatu zarah berjirim  $m$  yang bergerak boleh ditulis sebagai

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(r)$$

Di sini  $V(r)$  adalah tenaga keupayaan zarah.

(6 markah)

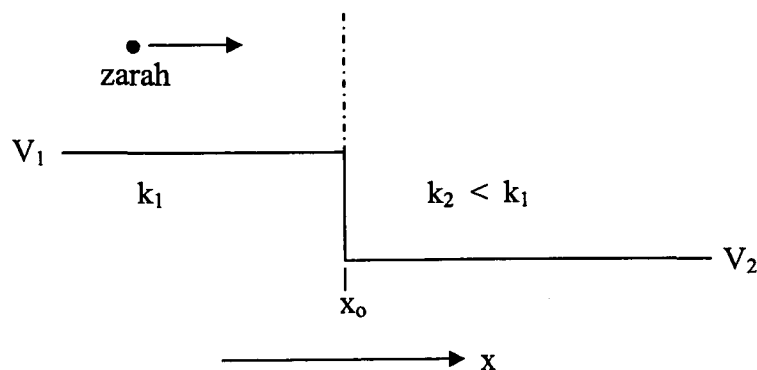
2. Andaikan suatu zarah yang berjisim  $m$  bergerak dalam satu dimensi dari kawasan I yang berpotensi  $V_1$  ke kawasan II yang berpotensi  $V_2$  seperti yang ditunjukkan oleh rajah 1.



Rajah 1

Tenaga zarah  $E$  adalah melebihi  $V_1$  atau  $V_2$ .

- (a) Dapatkan  $T$  dan  $R$  dalam sebutan  $k_1$  dan  $k_2$ . (10 markah)
- (b) Tunjukkan bahawa  $R + T = 1$ . (5 markah)
- (c) Bincangkan apa akan terjadi pada gelombang terpantul jika  $V_2 < V_1$  seperti yang ditunjukkan oleh rajah 2.



$E > V_1$  atau  $V_2$

Rajah 2

(5 markah)

...5/-



- (b) Ketumpatan kebarangkalian jejarian bagi elektron di dalam atom hidrogen adalah

$$P(r) = r^2 |R_{n,\ell}(r)|^2$$

Carilah kebarangkalian untuk mendapat elektron dengan jarak dari nukleus yang melebihi radius Bohr. Anggaplah

$$R_{1,0}(r) = \left( \frac{2}{a_0^3} \right) e^{-\frac{r}{a_0}}$$

(6 markah)

-ooo0ooo-