
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Akhir
Sidang Akademik 2007/2008

April 2008

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 20 markah.

Lampiran

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

1. (a) "Cahaya terdiri daripada gelombang manakala jirim biasa terdiri daripada zarah"
Huraikan postulat fizik klasik di atas dari sudut pandangan fizik kuantum.

(5 markah)

- (b) Jika jarak gelombang de Broglie suatu elektron adalah 1 \AA , carilah

- (i) halaju elektron
(ii) tenaga kinetik elektron

(10 markah)

- (c) Jelaskan sama ada fungsi $\psi(x) = A \tan(kx)$ boleh merupakan gelombang jirim. Di sini A adalah pemalar.

(5 markah)

2. (a) Tenaga kinetik purata suatu elektron bebas dalam logam adalah $\frac{3kT}{2}$ pada suhu tinggi. Carilah suhu apabila jarak gelombang de Broglie adalah 0.5 nm .

(5 markah)

- (b) Dengan berasaskan model atom Bohr, tunjukkan bahawa jejari r_0 atom hidrogen pada paras tenaga terendah boleh ditulis sebagai

$$r_0 = \frac{4\pi \epsilon_0 \hbar^2}{me^2}$$

(10 markah)

- (c) Seterusnya dapatkan tenaga paras dasar atom hidrogen dengan berasaskan Prinsip Ketidakpastian.

(5 markah)

3. (a) (i) Dapatkan persamaan Schrodinger untuk zarah bebas bergerak tanpa apa-apa kesan daya. (3 markah)
- (ii) Seterusnya dapatkan penyelesaiannya. (5 markah)
- (b) Suatu zarah dengan jisim m berada dalam keadaan

$$\psi(x, t) = Ae^{-a\left[\frac{mx^2}{\hbar} + it\right]}$$

[di sini A dan a adalah pemalar nyata dan positif]

- (i) Tunjukkan $A = \left(\frac{2am}{\pi\hbar}\right)^{\frac{1}{4}}$ (5 markah)
- (ii) Carilah fungsi keupayaan $V(x)$ supaya ψ dapat mematuhi persamaan Schrodinger. (4 markah)
- (iii) Carilah $\langle x \rangle$, $\langle x^2 \rangle$ dan $\langle p \rangle$ (3 markah)

Panduan =

$$(1) f(n) = \int_0^{\infty} x^n e^{-ax^2} dx$$

$$\text{Untuk } x=0, f(n) = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{a}}$$

(2) Jika n adalah ganjil

$$\int_{-\infty}^{+\infty} x^n e^{-ax^2} dx = 0$$

4. (a) Jika fungsi keadaan bagi elektron di dalam sejenis atom diberi dengan ungkapan

$$\psi = 0.6\psi_1 + c_2\psi_2$$

Apakah nilai c_2 ? (Ψ adalah fungsi keadaan ternormal)

(5 markah)

- (b) Jika fungsi keadaan bagi suatu atom di dalam sejenis molekul diberi oleh;

$$\psi = 0.5\psi_1 + 0.2\psi_2 + 0.3\psi_3$$

Jelaskan mengapa ψ bukanlah fungsi ternormal.

(8 markah)

- (c) Dapatkan persamaan operator bagi operator $\hat{A} = \frac{\partial}{\partial x} \times \frac{\partial}{\partial x}$

(7 markah)

5. Dengan bantuan gambar rajah yang sesuai bincangkan,

- (a) Reputan alfa

(7 markah)

- (b) Fenomena penerowangan dan aplikasi fenomena ini.

(7 markah)

- (c) Kesan foto elektrik

(6 markah)