

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Tambahan  
Sidang Akademik 1995/96

Mei/Jun 1996

JIF 414 - Mekanik Kuantum

Masa : [3 jam]

---

ARAHAN KEPADA CALON:

- Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi EMPAT muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
  - Jawab SEMUA soalan. Setiap soalan bernilai 100 markah dan markah subsoalan diperlihatkan di penghujung subsoalan itu.
  - Setiap jawapan mesti dijawab di dalam buku jawapan yang disediakan.
-

$$[h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}]$$

1. (a) Suatu alur elektron yang bergerak dengan laju  $0.8c$  ( $c = 3.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ). Berapakah jarak gelombang yang dikaitkan dengan gerakan alur elektron ini? (Jisim elektron =  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ).

(40 markah)

- (b) Suatu hablur besar digunakan untuk mengasingkan neutron yang bertenaga tunggal daripada suatu alur neutron. Jarak antara satah Bragg hablur ini adalah  $1.1 \text{ \AA}$ . Kalau sudut Bragg ditetapkan pada  $30^\circ$ , berapakah tenaga kinetik neutron yang terbias ke sudut ini bagi pantulan tertib pertama? (Jisim neutron =  $1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ).

(40 markah)

- (c) Kalau kita menganggap bahawa  $E = \frac{1}{2} mv^2$  bagi suatu zarah yang bergerak dengan laju  $v$  di sepanjang suatu garis lurus, tunjukkan bahawa

$$\Delta E \cdot \Delta t = \Delta p \cdot \Delta x$$

(20 markah)

2. Zarah berjisim  $m$  bergerak di sepanjang paksi  $x$  dari  $-\infty$ . Suatu dinding kaku yang amat tinggi berada di  $x = 0$ . Tentukan pekali pantulan (Reflection coefficient) pada dinding ini dengan menggunakan kaedah mekanik kuantum.

(100 markah)

3. (a) Tunjukkan bahawa nilai eigen suatu operator Hermitian adalah hakiki.

(20 markah)

- (b) Takrifkan adjoin Hermitian  $Q^+$  bagi suatu operator  $Q$  dan kemudian tunjukkan bahawa  $Q^+ = Q$  kalau  $Q$  adalah Hermitian.

(30 markah)

$$(c) \quad \psi(\underline{r}, t) = \sum_n C_n \phi_n(\underline{r}, t)$$

di mana  $C_n$  adalah pemalar dan  $\phi_n(\underline{r}, t)$  adalah penyelesaian persamaan Schrödinger, iaitu,

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \phi_n(\underline{r}, t) = H\phi_n(\underline{r}, t).$$

Tunjukkan bahawa  $\psi(\underline{r}, t)$  juga suatu penyelesaian persamaan Schrödinger.

(20 markah)

(d) Keadaan suatu sistem dinyatakan dengan fungsi gelombang

$$\psi = C_1\phi_1 + C_2\phi_2$$

di mana  $C_1, C_2$  adalah pemalar dan  $\phi_1, \phi_2$  adalah fungsi-fungsi eigen bernormalisasi operator Hamiltonian sistem ini yang sepadan dengan nilai eigen  $E_1$  dan  $E_2$ . Berapakah tenaga purata sistem ini?

(30 markah)

4. Saingtindakan antara elektron dengan nukleus bercas  $Z$  ialah  $-Ze^2/r$ . Kalau gerakan nukleus dapat diabaikan, nyatakan Hamiltonian bagi suatu atom hidrogen terencil. Kemudian nyatakan persamaan Schrödinger yang tak bersandar kepada masa baginya.

(20 markah)

(a) Tunjukkan bahawa

$$\psi(\underline{r}) = Ae^{-\alpha r}$$

di mana  $A$  adalah suatu pemalar dan

$$\alpha = \frac{me^2}{\hbar^2}$$

ialah suatu penyelesaian persamaan Schrödinger ini.

(30 markah)

- (b) Berapakah tenaga atom hidrogen? (10 markah)
- (c) Tentukan A supaya  $\psi(\underline{r})$  bernormalisasi. (20 markah)
- (d) Berapakah jarak purata elektron dari nukleus?

$$\left[ \int_0^{\infty} x^n e^{-\beta x} dx = \frac{n!}{\beta^{n+1}} \right]$$

(20 markah)

- 0000000 -