

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang 1988/89

Mac/April 1989

ZCC 308/2 Ilmu Fizik Moden II

Masa : [2 jam]

Jawab KESEMUA EMPAT soalan.

Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Buktikan bahawa operator momentum $\hat{p} = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}$ adalah Hermitian (atau swa-adjoin).

(30/100)

- (b) Arus ketumpatan kebarangkalian bagi suatu sistem 1-D yang mempunyai fungsigelombang $\psi(x,t)$ diberi oleh formula

$$S = -\frac{i\hbar}{2m} \left(\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x} - \psi \frac{\partial \psi^*}{\partial x} \right).$$

- (i) Apakah tafsiran fizik bagi S?

(10/100)

- (ii) Tunjukkan bahawa formula

$$S = -\frac{\hbar}{m} \operatorname{Im} \left(\psi \frac{\partial \psi^*}{\partial x} \right)$$

adalah setara dengan formula S di atas.

(30/100)

- (iii) Hitungkan S bagi fungsigelombang

$$\psi(x,t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{i(kx-\omega t)}.$$

(30/100)

...2/-

2. (a) Jelaskan postulat tentang fungsigelombang dan postulat tentang persamaan fungsigelombang bagi struktur teori mekanik kuantum. Apakah sebabnya persamaan berkenaan dalam salah satu dari postulat di atas adalah Persamaan Schrödinger yang bersandar pada masa dan bukan Persamaan Schrödinger yang tak bersandar pada masa?

(30/100)

- (b) Tunjukkan bagaimana Persamaan Schrödinger tak bersandarkan masa boleh didapati daripada Persamaan Schrödinger yang bersandar pada masa.

(40/100)

- (c) Suatu operator \hat{A} dinamakan operator anti-Hermitian jika

$$\int (\hat{A}\psi)^* \psi d\tau = - \int \psi^* \hat{A}\psi d\tau.$$

Tunjukkan bahawa kesemua nilai eigen bagi suatu operator anti-Hermitian adalah khayalan. Bolehkah suatu operator anti-Hermitian mewakili kuantiti terukur dalam mekanik kuantum?

(30/100)

3. (a) Buktikan bahawa fungsi

$$\psi(x) = Ce^{-m\omega x^2/2\hbar}$$

di mana $\omega = \sqrt{k/m}$ adalah fungsigelombang bagi suatu pengayun harmonik mudah 1-D.

Jisim pengayun itu adalah m dan ketegangan spring adalah k . Pemalar penormalan adalah C . Hitungkan nilai eigen tenaga bagi fungsigelombang $\psi(x)$ itu.

(40/100)

- (b) Apakah fungsigelombang $\psi(x,t)$ bagi persamaan Schrödinger yang bersandarkan masa?

(20/100)

...3/-

- (c) Buktikan bahawa nilai jangkaan tenaga keupayaan $\langle V \rangle = \frac{1}{4} \hbar \omega$. Apakah nilai jangkaan tenaga kinetik $\langle T \rangle$?
(Panduan: tak perlu hitung $\langle T \rangle$ daripada formula nilai jangkaan).

$$\left[\text{Diberi: } \int_0^{\infty} e^{-\alpha x^2} dx = \frac{1}{2} \sqrt{\pi} \alpha^{-1/2} \right. \\ \left. \int_0^{\infty} x^2 e^{-\alpha x^2} dx = \frac{1}{4} \sqrt{\pi} \alpha^{-3/2} \right]$$

(40/100)

4. Tulis nota-nota ringkas bagi topik-topik berikut:-

- (a) Operator-operator yang berkomut. (25/100)
- (b) Persamaan nilai eigen di dalam mekanik kuantum. (25/100)
- (c) Prinsip ketaktentuan Heisenberg bagi tenaga dan masa. (25/100)
- (d) Penembusan halangan bagi reputan α . (25/100)

- oooOooo -