

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1993/94

Oktober/November 1993

ZCC 308/2 - Ilmu Fizik Moden II

Masa : [2 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab KESEMUA EMPAT soalan.
Kesemuanya wajib dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Jelaskan dua postulat Bohr tentang atom kemudian terangkan kelemahan teori beliau apabila merujuk kepada Ketakpastian Heisenberg.

Anggarkan halaju minimum sebiji bola biliard berjisim 350 gm di mana gerakannya dihadkan oleh sebuah meja berdimensi 2.8 m.

[Diberi: $\hbar = 1.05 \times 10^{-34}$ Js]

(50/100)

- (b) Terangkan apa yang anda faham tentang kegagalan formula Rayleigh-Jeans dalam spektrum keamatan cahaya, seterusnya jelaskan bagaimana teori Planck mengatasi kegagalan Rayleigh-Jeans.

Dapatkan tenaga dan momentum foton bagi cahaya merah yang berjarak gelombang 649 nm.

(50/100)

2. (a) Tunjukkan bahawa dengan menggunakan prinsip Keabadian Kebarangkalian maka arus ketumpatan kebarangkalian dapat ditulis sebagai

$$J = \frac{\hbar}{2mi} \left(\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x} - \psi \frac{\partial \psi^*}{\partial x} \right)$$

Diberi: $\psi(x) = \beta \exp(-\kappa x) + i\alpha \exp(\kappa x)$

Untuk $0 < x < d$

Dengan β dan α adalah nyata dan fungsi gelombang adalah ternormal, dapatkan arus kebarangkalian sebagai fungsi x .

(50/100)

2. (b) (i) Diberi: $\psi = \sin kx$

Buktikan bahawa eigenfungsi gelombang pegun di atas adalah eigenfungsi bagi Hamiltonan \hat{H} bagi zarah bebas dan bukan eigenfungsi bagi operator momentum \hat{p} .

- (ii) Tunjukkan bahawa nilai jangkaan $\langle xp \rangle$ dan $\langle px \rangle$ terhubung dengan $\langle px \rangle - \langle xp \rangle = -i\hbar$.

(50/100)

3. (a) Perincikan penjelasan lima postulat mekanik kuantum yang anda telah pelajari.

(50/100)

- (b) Andaikan keadaan suatu sistem diungkapkan seperti berikut:

$$\psi = c_1 \phi_1 + c_2 \phi_2$$

dengan c_1 dan c_2 adalah pemalar; ϕ_1 dan ϕ_2 eigenfungsi bagi tenaga sistem itu. E_1 dan E_2 pula adalah eigennilai bagi operator tenaga yang mengoperasikan pada ϕ_1 dan ϕ_2 . Tunjukkan bahawa ϕ_1 dan ϕ_2 berotogon. Dapatkan suatu ungkapan tenaga yang patut diukur bagi satu sistem terlibat di dalam pengukuran, dan suatu ensembel sistem yang sama sedia terlibat di dalam pengukuran.

(50/100)

4. (a) Katakan suatu zarah berada di dalam pengaruh keupayaan V yang dinyatakan menurut had berikut:

$$V = 0 \quad \text{untuk} \quad x < 0$$

$$V = V_0 \quad \text{untuk} \quad x \geq 0$$

Dengan menggunakan persamaan Schrödinger dalam daerah $x \geq 0$, dapatkan ungkapan arus ketumpatan kebarangkalian gelombang datang dan arus ketumpatan kebarangkalian gelombang pantulan. Seterusnya tentukan arus ketumpatan kebarangkalian gelombang terhantar dan jelaskan kaitannya dengan kesan penerowongan.

(60/100)

4. (b) Dengan menuliskan fungsi gelombang di dalam bentuk pembolehubah terpisah, tunjukkan bahawa persamaan Schrödinger bagi atom hidrogen dapat ditulis sebagai

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{1}{r^2} \right) \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{L^2}{2mr^2} - \frac{e^2}{r} \right] R(r) = E R(r)$$

Diberi operator Laplace:

$$\nabla^2 = \left[\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} \right]$$

(40/100)

- oooOooo -