

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1991/92

Mac/April 1992

JAZ 343 - Fizik Moden II/Optik II

Masa: [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

- Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi ENAM muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
- Jawab mana-mana LIMA soalan. Setiap soalan bernilai 100 markah dan markah subsoalan diperlihatkan di penghujung subsoalan itu.
- Setiap jawapan mesti dijawab di dalam buku jawapan yang disediakan.
- Alat pengira elektronik boleh digunakan.

1. (a) Terangkan perbezaan antara belauan Fraunhofer dan belauan Fresnel.
(10 markah)
 - (b) Dua bintang yang jauh dapat dibezajelaskan oleh suatu teleskop 100cm.
 - (i) Cari pemisahan sudut minimum dua bintang tersebut apabila filter pemilih cahaya merah dengan $\lambda = 6500\text{\AA}$ dan cahaya biru dengan $\lambda = 4000\text{\AA}$ digunakan.
 - (ii) Cari jarak yang sepadan antara pusat imej bintang jika jarak fokus kanta objektif teleskop ialah 10m.
(40 markah)
 - (c) Belauan Fraunhofer bagi suatu celah dubel diperhatikan di dalam satah fokus suatu kanta dengan jarak fokus 50cm. Cahaya monokromatik tuju mempunyai jarak gelombang 5000 \AA .
Didapati bahawa jarak antara dua minimum yang bersebelahan dengan maksimum tertib sifar ialah 0.5cm dan maksimum tertib keempat telah hilang.
Tentukan lebar celah dubel tersebut dan jarak antara pusat celah.
(50 markah)
2. (a) Terangkan bagaimana zon-zon setengah kala terbentuk.
(20 markah)
 - (b) Terangkan dengan jelas bagaimana lingkaran Cornu terbentuk.
(35 markah)
 - (c) Dengan menggunakan lingkaran Cornu sebagai kaedah penyelesaian belauan Fresnel, tunjukkan kesan belauan Fresnel gelombang silinderan pada suatu celah tunggal (yang tidak sempit) dan tunjukkan dengan lakaran kontur keamatan bagi beberapa lebar celah.
(45 markah)

3. Tulis nota-nota ringkas tentang:

- (a) Hukum Brewster
- (b) Pembiasan Dubel
- (c) Sebaran Normal
- (d) Sebaran Janggal
- (e) Paksi Optik

(100 markah)

4. (a) Suatu alur elektron dihasilkan di mana tiap-tiap elektron itu bergerak selari dengan paksi x (komponen y momentum ialah sifar). Tiap-tiap elektron berkenaan mempunyai tenaga 15 keV. Alur elektron ini menerusi celah yang lebarnya $d = 10^{-11}$ m. Celah ini terletak dalam satah y - z.

- (i) Hitungkan jarak gelombang de Broglie bagi elektron tersebut.
- (ii) Kirakan ketaktentuan minimum dalam komponen y momentum bagi elektron yang menerusi celah itu.
- (iii) Jika kesan belauan didapati ditabir yang terletak lebih kurang 1m dari celahan, apakah keputusan yang dapat dibuat berkenaan dengan ciri elektron-elektron ini?

(50 markah)

(b) (i) Nyatakan 4 ciri-ciri fungsi gelombang yang boleh mewakili zarah jirim.
(ii) Adakah fungsi-fungsi berikut dapat menjadi gelombang jirim?

$$\psi_1(x) = A \cosh kx$$

$$\psi_2(x) = \frac{Ae^{-kx}}{x}$$

$$\psi_3(x) = \begin{cases} A \cos kx, & x < 0 \\ B \sin kx, & x \geq 0 \end{cases}$$

Jelaskan jawapan anda.

(50 markah)

5. (a) (i) Beri takrifan operator Hermitian dan tunjukkan bahawa operator Hermitian adalah swa-adjoin.
- (ii) Nyatakan salah satu teorem yang berkaitan dengan operator Hermitian.
- (40 markah)

- (b) Keadaan suatu sistem diberi dengan ungkapan

$$\Psi = a\phi_1 + 2a\phi_2 + 3a\phi_3$$

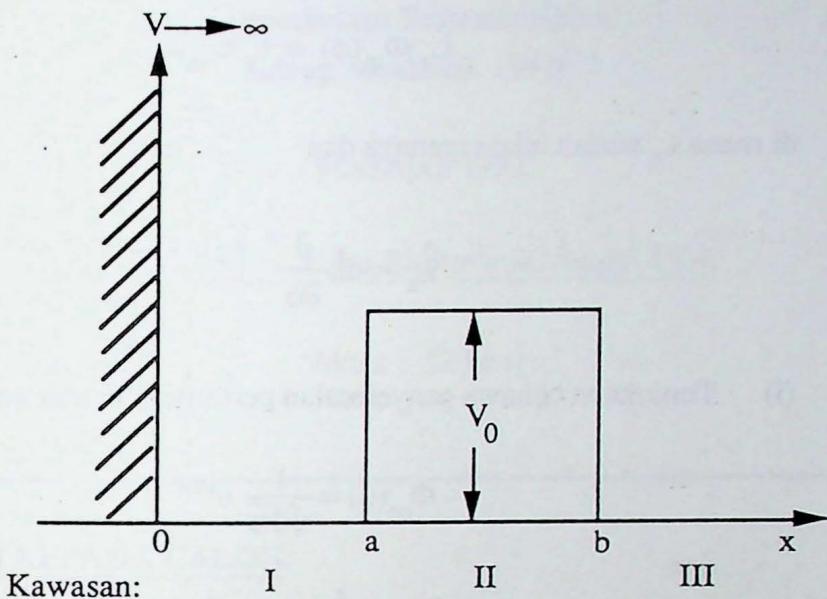
ϕ_1 , ϕ_2 dan ϕ_3 adalah fungsi eigen bagi Hamiltonian \hat{H} yang mematuhi

$$\hat{H} \phi_1 = E_0 \phi_1, \quad \hat{H} \phi_2 = 3E_0 \phi_2, \quad \hat{H} \phi_3 = 5E_0 \phi_3$$

- (i) Dapatkan nilai jangkaan bagi pengukuran tenaga dalam sebutan E_0 . (Perhatian: ψ belum ternormal).
- (ii) Apakah kebarangkalian bagi sistem ini berada di dalam keadaan eigen ϕ_3 setelah sekali pengukuran tenaga dibuat ke atasnya?
- (iii) Jika suatu pengukuran tenaga dibuat ke atas sistem ini dan nilai $3E_0$ diperolehi, apakah kebarangkalian untuk memperolehi nilai tenaga $5E_0$ apabila pengukuran kedua dibuat ke atasnya?

(60 markah)

6. (a)



Diberi: tenaga zarah $E < V_0$.

Pertimbangkan gambarajah di atas. Perhatikan bahawa dinding tegar berada di $x = 0$.

- (i) Tuliskan dan selesaikan persamaan Schroedinger bagi tiap-tiap kawasan: I, II dan III. Gunakan

$$k_0^2 = \frac{2mE}{\hbar^2}$$

$$k_1^2 = \frac{2m(V_0 - E)}{\hbar^2}$$

Daripada penyelesaian yang diperolehi, tentukan sama ada alur-alur tuju, pantulan atau penghantaran wujud di tiap-tiap kawasan.

- (ii) Tanpa menunjukkan penyelesaian seterusnya, nyatakan sahaja syarat-syarat sempadan yang seharusnya digunakan.

(70 markah)

(b) Persamaan fungsi eigen yang berkaitan dengan operator \hat{L}_z ialah

$$\hat{L}_z \Phi_m(\phi) = \ell_z \Phi_m(\phi)$$

di mana ℓ_z adalah nilai eigennya dan

$$\hat{L}_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \phi}$$

(i) Tunjukkan bahawa penyelesaian persamaan di atas adalah

$$\Phi_m(\phi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{im\phi}$$

dan

$$\ell_z = m\hbar ; (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

(ii) Jika suatu atom hidrogen berada di paras $n = 3$, tentukan semua nilai-nilai di mana ℓ_z boleh perolehi.

(30 markah)

Diberi:

$$1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\text{J}$$

$$h = 6.626 \times 10^{-34}\text{Js}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31}\text{kg}$$

Tenaga rehat elektron = 0.511 MeV

0000000