

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1997/98

Februari 1998

ZCT 205/3 - Ilmu Mekanik Kuantum

Masa : [3 jam]

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

Jawab kesemua LIMA soalan. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. Di hujung suatu jalan terdapat parit yang dalamnya d dan lebarnya ℓ dengan pecutan graviti di kawasan yang berkenaan ialah g .
 - (a) Terbitkan ungkapan kebarangkalian suatu kereta dengan jisim m yang sedang memecut dengan tenaga total ε untuk boleh melompati parit tersebut.

(12/100)
 - (b) Jika kebarangkalian itu maksimum (yakni 1), maka carilah ungkapan tenaga kinetik terkuantumkan bagi kereta dan tentukan syarat nombor kuantum yang berkenaan.

(8/100)
2. (a) Tuliskan persamaan pembezaan komponen jejarian $R(r)$ fungsi gelombang Schrödinger pada keadaan dengan nombor kuantum orbital $\ell = 0$.

(5/100)

 - (b) Terbitkan ungkapan susutan persamaan ini bagi sistem terikat dengan tenaga total $\varepsilon = -B$ di bawah tenaga keupayaan $-V_0 e^{-r/a}$ dengan mengadakan transformasi $R(r) = S(r)/r$ kemudian $z = e^{-r/2a}$

(8/100)

...2/-

- (c) Tetapkan nilai V_0 dan B dinyatakan dalam \hbar , m dan a agar susutan persamaan pembezaan dalam S identik dengan bentuk piawai apa yang disebut "persamaan pembezaan Bessel":

$$z^2 \frac{d^2 S}{dz^2} + z \frac{dS}{dz} + (z^2 - n^2)S = 0$$

di mana n merupakan nombor bulat positif yang berjalan.

(7/100)

3. Tenaga keupayaan suatu pegas (spring) diberikan oleh ungkapan $\frac{1}{2}k(x^2 + 2\gamma x)$, di mana k dan γ adalah pemalar-pemalar.

- (a) Susutkan persamaan Schrödinger yang berkenaan ke bentuk piawai dinyatakan ke dalam pembolehubah yang tak berdimensi.

(8/100)

- (b) Terbitkan ungkapan penyelesaian eksplisit eigen-fungsi keadaan dasar dinyatakan dalam pembolehubah x .

(6/100)

- (c) Tunjukkan bahawa ungkapan paras tenaga terkuantumkan bagi pegas tersebut akan ditentukan oleh $\epsilon = (n + \frac{1}{2})\hbar\sqrt{\frac{k}{m}} - \frac{1}{2}k\gamma^2$; di mana m menyatakan jisim pegas, sedangkan n adalah nombor bulat positif yang berjalan.

(6/100)

4. Suatu zarah yang terkurung dalam suatu kotak yang dindingnya bersifat kenyal sempurna dengan panjang rusuk-rusuk adalah masing-masing sebagai a , b dan c . Jika pada masing-masing rusuk yang berkenaan dijalinkan dengan nombor kuantum n , m dan ℓ yang merupakan nombor-nombor bulat positif yang berjalan, maka:

- (a) Carilah ungkapan eigen-fungsi yang ternormalkan bagi zarah dalam kotak.

(10/100)

- (b) Terbitkan paras tenaga zarah dalam kotak.

(10/100)

...3/-

5. Gunakan syarat pengkuantuman Bohr $\oint p dx = nh$ ($n = 1, 2, \dots$ dan h adalah pemalar Planck) bagi suatu bebola yang jatuh secara bebas dan diandaikan terlantun secara tegak dan kenyal sempurna selepas menimpa lantai.
- (a) Jika jisim bebola adalah m dan pecutan graviti ialah g , maka tetapkan batas-batas kamiran yang menggambarkan keadaan yang setara dengan kamiran tertutup pada syarat pengkuantuman Bohr, di mana tenaga total bebola adalah ϵ (5/100)
- (b) Kirakan paras tenaga terkuantumkan bagi bebola. (10/100)
- (c) Jelaskan samada syarat pengkuantuman Bohr masih berlaku bagi kes bebola melantun secara tak kenyal (5/100)

oooOooo -