

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan KSCP
Sidang Akademik 1997/98

April 1998

ZCT 205/3 - Mekanik Kuantum

Masa: [3 jam]

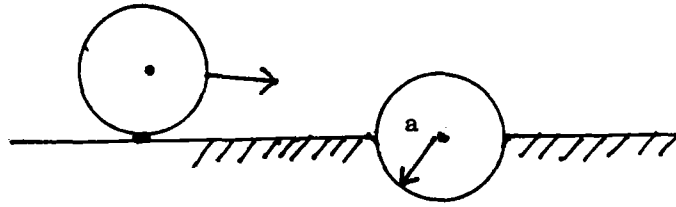
Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

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

1. Suatu zarah terkurung dalam suatu sfera yang dindingnya kenyal sempurna dan jejaringnya adalah a . Keadaan zarah ini diungkapkan oleh komponen jejarian persamaan Schrödinger dengan nombor kuantum orbit $\ell = 0$ (zarah hanya bergerak translasi) dan bergerak secara bebas dalam sfera.
 - (a) Dengan mengandaikan ungkapan fungsi gelombang jejarian sebagai $R = P/r$, maka terbitkan persamaan bagi P .
(5 markah)
 - (b) Carilah penyelesaian R yang terhad di $r = 0$.
(7 markah)
 - (c) Terbitkan ungkapan tenaga terkuantumkan bagi zarah.
(8 markah)

2. Suatu guli yang jejaringnya a berada dalam suatu lubang yang tepat sama dengan jejari guli dan setengah bahagian guli itu muncul pada permukaan. Sebuah guli lain menghentam guli dalam lubang yang untuk ringkasnya diandaikan berlangsung secara kenyal sempurna, sehingga tenaga guli penghentam adalah sama dengan tenaga total guli dalam lubang. Kalau jisim kedua-dua guli adalah masing-masing m dan pecutan graviti ialah g , maka:

...2/-



- (a) Kirakan ungkapan kebarangkalian guli boleh keluar dari lubang bila tenaga guli adalah ϵ . (12 markah)
- (b) Carilah ungkapan terkuantumkan bagi tenaga ϵ jika kebarangkalian pada (a) adalah maksimum. Tentukan pula syarat nombor kuantum yang terbabit. (8 markah)

3. Syarat am pengkuantuman bagi gerakan jasad ke arah satu dimensi adalah ditentukan oleh ungkapan

$$2 \int_{x_1}^{x_2} [2m(\epsilon - V(x))]^{1/2} dx = \left(n + \frac{1}{2} \right) h$$

dengan $n = 0, 1, 2, \dots$ dan h ialah pemalar Planck, sedangkan m , ϵ total dan $V(x)$ masing-masing menyatakan jisim, tenaga dan tenaga keupayaan.

- (a) Tentukan ungkapan had kamiran x_1 dan x_2 bagi osilator selaras (harmonic). (5 markah)
- (b) Terbitkan paras tenaga osilator selaras. (8 markah)
- (c) Jelaskan mengapa untuk transformasi x ke dalam ungkapan fungsi kosinus boleh menimbulkan kesilapan terhadap penerbitan pada (b), jika had bawah kamiran digeser ke sifar dan mendarab 2 ungkapan kamiran. (7 markah)

...3/-

4. (a) Tuliskan keadaan pegun persamaan Schrödinger bagi sistem dua jasad di bawah tenaga keupayaan simetri sfera

$$V(|\bar{r}_2 - \bar{r}_1|) = V(r)$$

di mana jisim masing-masing jasad dilambangkan sebagai m_1 dan m_2 .

(5 markah)

- (b) Transformasikan persamaan pada (a) dinyatakan dalam sistem koordinat pusat jisim

$$\bar{R} = \frac{m_1 \bar{r}_1 + m_2 \bar{r}_2}{m_1 + m_2}$$

dan relatif $\bar{r} = \bar{r}_2 - \bar{r}_1$, kemudian sederhanakan persamaan dengan menandai ungkapan mana yang menyatakan sebagai jisim total M dan jisim tersusutkan μ .

(8 makah)

- (c) Adakan pemisahan persamaan pada (b) sehingga menjadi dua persamaan, kemudian berikan takrifan fizikal yang diungkapkan oleh masing-masing persamaan.

(7 markah)

5. Suatu zarah berjisim m terikat di bawah pengaruh tenaga keupayaan perigi (well) $V(x) = -V_0$ pada $0 \leq x < a$ dan $V(x) = 0$ pada $x \geq a$.

- (a) Dengan mengingat bahawa untuk sistem terikat tenaga total adalah negatif; yakni $\epsilon = -B$, dengan B menyatakan sebagai tenaga ikat, maka terbitkan ungkapan persamaan pengkuantuman bagi tenaga ikat B .

(10 markah)

- (b) Jika zarah tepat pada keadaan akan bebas ($B = 0$), tentukan ungkapan V_0 .

(10 markah)