

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 1998/99

Ogos/September 1998

ZCT 305/3, ZCT 405/3 - Fizik Atom dan Nukleus

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. Diandaikan terdapat sistem ikatan dua-jasad dengan jisim berkesan (effective mass)  $M$  dan tenaga keupayaan adalah  $V = -Ar$ ; di mana  $A$  merupakan pemalar positif, sedangkan  $r$  menyatakan jarak yang menghubungkan antara kedua jasad yang satu sama lain saling berotasi terhadap pusat jisim sistem.
  - (a) Kirakan tenaga total sistem dengan menganggarkan daya tarik yang bertindak adalah sama dengan daya mengempar (centrifugal force) yang berbangkit akibat gerak rotasi (huraian sepenuhnya bersifat tak relativistik sahaja).

(5/100)
  - (b) Dengan menggunakan ungkapan rumus panjang gelombang de Broglie dan memperlakukan lintasan sistem sebagai suatu keadaan gelombang tertutup maka terbitkanlah ungkapan tenaga terkuantumkan sistem.

(10/100)
  - (c) Jelaskan bahawa sistem dengan keupayaan ini tak akan boleh bebas dari keadaan terikat.

(5/100)
2. (a) Tuliskan ungkapan terkuantumkan jejari orbit elektron pada atom hidrogen, jika jisim berkesannya ditandai dengan  $\mu$  (tak perlu terbitkan kalau boleh hafal).

(5/100)

...2/-

- (b) Tenaga keupayaan tindak-balas spin-orbit elektron pada atom hidrogen ditentukan oleh tenaga keupayaan Thomas  $\epsilon_T = \frac{1}{2\mu^2 c^2 r} \frac{dV}{dr} (\vec{S} \cdot \vec{L})$ , dengan  $V = -\frac{e^2}{r}$ ; di mana  $c$  dan  $e$  masing-masing menyatakan sebagai halaju cahaya dan cas elektrik elektron, sedangkan  $\vec{S}$  dan  $\vec{L}$  masing-masing sebagai spin dan momentum sudut orbit elektron. Terbitkan ungkapan terkuantumkan bagi  $\epsilon_T$  untuk kes nombor kuantum momentum sudut total  $j = \ell + s$  dengan  $s = \frac{1}{2}$ . Bincangkan sifat tindak-balas terkuantumkan  $\epsilon_T$  bagi kes ini. (8/100)
- (c) Soalan serupa dengan (b), tetapi dengan  $j = \ell - s$ . (7/100)
3. (a) Terbitkanlah ungkapan paras tenaga yang diterbitkan oleh tindak-balas atom hidrogen dengan medan imbas magnet luar  $B$  untuk kes kesan Zeeman normal, (7/100)
- (b) Soalan serupa dengan (a), tetapi untuk kes kesan Zeeman janggal. (7/100)
- (c) Jelaskan bahawa suatu sistem yang bermomen magnet di bawah pengaruh medan magnet luar, akan mengalami gerak perkisaran dengan suatu halaju sudut yang disebut halaju sudut Larmor. Jelaskan pula bahawa dari segi praktikal, amatan percubaan menggunakan medan magnet luar yang lebih kuat akan lebih menguntungkan (mudah ditentukan) daripada menggunakan medan magnet luar yang lemah. (6/100)
4. Suatu nukleus induk yang ditandai dengan  $N_1$  dengan pemalar reputan  $\lambda_1$ , kemudian mereput menjadi nukleus  $N_2$  dengan pemalar reputan  $\lambda_2$ , yang selanjutnya mereput pula menjadi nukleus  $N_3$  yang sudah bersifat mantap (tak mereput lagi). Kalau semula hanya terdapat nukleus radioaktif  $N_1$  yang kadar nombor awalnya ditandai dengan  $n_{10}$ , maka
- (a) Kirakan kadar nombor  $n_1$  bagi nukleus  $N_1$  pada masa  $t$ . (4/100)
- (b) Kirakan kadar nombor  $n_2$  bagi nukleus  $N_2$  pada masa  $t$ . (6/100)  
...3/-

- (c) Kirakan kadar nombor  $n_3$  bagi nukleus  $N_3$  pada masa  $t$ . (6/100)
- (d) Apa yang akan berlaku selepas masa  $t \rightarrow \infty$  (masa yang lama)? (4/100)
5. (a) Suatu nukleus dalam keadaan teruja berjisim  $M^*$  dan pada keadaan mantap dengan jisim  $M$ . Kalau nukleus yang berkenaan diketahui mengalami reputan sinaran gama (yang sebagai foton adalah tak berjisim), maka dengan menggunakan hukum keabadian tenaga dan momentum, kirakan ungkapan tenaga sinaran gama yang dipancarkan. (10/100)
- (b) Sebaliknya dengan kes (a), nukleus berjisim  $M$  semula bersifat mantap lalu dibikin teruja melalui proses serapan sinaran gama sehingga jisimnya menjadi  $M^*$ . Kirakan ungkapan tenaga sinaran gama yang diserap oleh nukleus. (10/100)

(Petunjuk: Untuk kedua-dua kes, ungkapan tenaga kinetik nukleus cukup digunakan rumus tak relativistik, tetapi kesan tenaga rehat jisim tak boleh dikesampingkan).