

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2004/2005

October 2004

**ZCT 532/4 - Radiation Physics**  
*[Ilmu Fizik Sinaran]*

Duration : 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

Please check that this examination paper consists of **FIVE** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LIMA muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

**Instructions:** Answer all **FIVE** (5) questions. Students are allowed to answer all questions in Bahasa Malaysia or in English.

**Arahan:** *Jawab kesemua LIMA (5) soalan. Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

1. (a) In the radioactive decay of  $^{137}\text{Cs}$  to  $^{137}\text{Ba}$ , the binding energies of the K- and L-shell electrons of the daughter  $^{137}\text{Ba}$  atom are 38 keV and 6 keV. What are the energies of the internal-conversion electrons ejected from these shells?  
 [(a) Dalam reputan radioaktif  $^{137}\text{Cs}$  ke  $^{137}\text{Ba}$ , tenaga ikatan elektron petala-K dan L bagi atom anak  $^{137}\text{Ba}$  ialah 38 keV dan 6 keV. Apakah tenaga electron penukaran dalaman yang dipancarkan oleh petala-petala tersebut?]  
 (20/100)
- (b) A radioactive sample consists of a mixture of  $^{35}\text{S}$  and  $^{32}\text{P}$ . Initially, 5 % of the activity is due to the  $^{35}\text{S}$  and 95 % due to the  $^{32}\text{P}$ . At what subsequent time will the activities of the two nuclides in the sample be equal?  
 ( $^{32}\text{P}$  decays to  $^{32}\text{S}$  with a half-life of 14.29 days; for  $^{35}\text{S}$ ,  $t_{1/2} = 87.44$  days)  
 [(b) Suatu sampel radioaktif mengandungi campuran  $^{35}\text{S}$  dan  $^{32}\text{P}$ . Pada mulanya, 5 % daripada keaktifan disumbangkan oleh  $^{35}\text{S}$  dan 95 % daripada  $^{32}\text{P}$ . Tentukan masa bila mana keaktifan kedua-dua nuklid dalam sampel mempunyai nilai yang sama?  
 ( $^{32}\text{P}$  mereput kepada  $^{32}\text{S}$  dengan separuh-hayat 14.29 hari;  $^{35}\text{S}$  mereput dengan separuh-hayat 87.44 hari)]  
 (25/100)
- (c) The average mass of potassium in the human body is about 140 g. If the abundance of  $^{40}\text{K}$  is 0.0118 % and its half-life is  $1.28 \times 10^9$  years, estimate the average activity of  $^{40}\text{K}$  in the body.  
 Given: Avogadro's No. =  $6.023 \times 10^{23}$  atoms/g-atom  
 [(c) Jisim purata kalium dalam badan manusia ialah lebih kurang 140 g. Jika kelimpahan  $^{40}\text{K}$  ialah 0.0118 % dan separuh-hayatnya ialah  $1.28 \times 10^9$  tahun, anggarkan keaktifan purata  $^{40}\text{K}$  dalam badan.  
 Diberi: Nombor Avogadro =  $6.023 \times 10^{23}$  atom/g-atom]  
 (25/100)
- (d) With the help of a graph to show how the parent and daughter nuclides change with time, discuss the meaning of secular and transient equilibrium.  
 [(d) Berbantuan graf yang sesuai untuk menunjukkan bagaimana nuklid induk dan nuklid anak berubah dengan masa, bincangkan maksud keseimbangan sekular dan keseimbangan fana.]  
 (30/100)
2. (a) Explain why the range of an electron in matter is more poorly defined than that of a heavy charged particle.  
 [(a) Terangkan kenapa julat elektron dalam jirim tidak begitu jelas berbanding julat bagi zarah bercas berat.]  
 (20/100)

(b) Sketch curves showing the energy dependence of collisional and bremsstrahlung losses for electrons in copper.

[(b) *Lakarkan lengkung-lengkung yang menunjukkan kebergantungan kepada tenaga untuk kehilangan perlanggaran dan kehilangan bremsstrahlung untuk elektron dalam kuprum. ]*

(20/100)

(c) Explain the processes involved when photons interact with matter. Differentiate these processes by taking into account low, intermediate and high energy photons.

[(c) *Terangkan proses-proses yang terlibat apabila foton bersaling tindak dengan jirim. Bezakan proses-proses ini dengan mengambil kira tenaga foton rendah, sederhana dan tinggi. ]*

(40/100)

(d) A narrow beam of 400 keV photons is incident normally on a piece of iron sheet of thickness 2 mm. What fraction of the photons have no interactions in the metal?

( Given  $(\mu/\rho)_{\text{Fe}} = 0.092 \text{ cm}^2/\text{g}$  and  $\rho_{\text{Fe}} = 7.86 \text{ g/cm}^3$  )

[(d) *Suatu alur sempit foton bertenaga 400 keV menuju secara normal pada sekeping logam besi dengan ketebalan 2 mm. Berapakah pecahan foton yang tidak akan mengalami sebarang saling tindakan dalam logam?*

*(Diberi  $(\mu/\rho)_{\text{Fe}} = 0.092 \text{ cm}^2/\text{g}$  dan  $\rho_{\text{Fe}} = 7.86 \text{ g/cm}^3$ .)*

(20/100)

3. (a) Describe in detail how a scintillation detector works.

[(a) *Terangkan secara terperinci bagaimana suatu pengesan sintilasi berfungsi. ]*

(30/100)

(b) For a small NaI(Tl) detector exposed to a radioactive source emitting 500 keV and 2 MeV  $\gamma$ -rays, provide an approximate plot of the energy spectrum. Ensure that each feature in the spectrum is labeled with the appropriate values of energy.

[(b) *Untuk suatu pengesan NaI(Tl) kecil yang didedahkan kepada suatu punca radioaktif yang memancarkan sinar- $\gamma$  bertenaga 500 keV dan 2 MeV, lakarkan plot spektrum tenaga yang diperolehi. Pastikan setiap ciri dalam spektrum dilabel dengan nilai tenaga yang berpadanan. ]*

(40/100)

(c) Write short notes on the following:

[(c) *Tuliskan nota ringkas tentang perkara berikut: ]*

- (i) intrinsic efficiency of a detector  
 [(i) *kecekapan intrinsik pengesanan*]
- (ii) dead time of a detector  
 [(ii) *masa mati pengesanan*]
- (30/100)
4. (a) Describe three different ways of generating neutrons.  
 [(a) *Terangkan tiga kaedah berbeza untuk menjana neutron.*]
- (30/100)
- (b) Explain the basis for neutron detection by the foil activation method.  
 [(b) *Terangkan asas pengesanan neutron melalui kaedah pengaktifan kerajang.*]
- (25/100)
- (c) Why is  $^{235}\text{U}$  fissile with thermal neutrons, but  $^{238}\text{U}$  is only fissionable?  
 [(c) *Kenapakah  $^{235}\text{U}$  dianggap jenis 'fissile' dengan neutron terma, tetapi  $^{238}\text{U}$  hanya dianggap 'fissionable'?*]
- (15/100)
- (d) A sample containing 127 g of  $^{23}\text{Na}$  (100% abundance) is exposed to a beam of thermal neutrons at a constant fluence rate of  $1.19 \times 10^4 \text{ n/cm}^2\text{s}$ . The thermal neutron capture cross section for the reaction  $^{23}\text{Na}(n,\gamma)^{24}\text{Na}$  is 0.53 barn.  
 [(d) *Suatu sampel yang mengandungi 127 g  $^{23}\text{Na}$  (kelimpahan 100 %) didedahkan kepada alur neutron terma pada kadar fluens yang malar bernilai  $1.19 \times 10^4 \text{ n/cm}^2\text{s}$ . Keratan rentas tawanan neutron terma untuk tindakbalas  $^{23}\text{Na}(n,\gamma)^{24}\text{Na}$  ialah 0.53 barn.*]
- (i) Calculate the saturation activity  
 [(i) *Hitung keaktifan tepu.*]
- (ii) Calculate the  $^{24}\text{Na}$  activity in the sample 24 hours after it is placed in the beam.  
 [(ii) *Hitung keaktifan  $^{24}\text{Na}$  dalam sampel 24 jam selepas ianya diletakkan dalam alur neutron.*]

Given: [Diberi:]

[Keratan rentas tawanan neutron terma,  $\sigma_c = 37 \text{ barn}$ ]

Avogadro's No. =  $6.023 \times 10^{23} \text{ atoms/g-atom}$

[Nombor Avogadro =  $6.023 \times 10^{23} \text{ atom/g-atom}$ ]

Half-life of  $^{24}\text{Na}$  is 15.0 hours

[Separuh-hayat  $^{24}\text{Na}$  ialah 15.0 jam]

(30100)

...5/-

5. Write short notes on the following:

*[Tulis nota ringkas tentang perkara berikut:]*

- (a) Fission chambers for neutron detection  
*[(a) Kebuk belahan untuk pengesanan neutron]*
- (b) Bragg-Kleeman rule  
*[(b) Petua Bragg-Kleeman]*
- (c) Semiconductor detectors  
*[(c) Pengesan Semikonduktor]*
- (d) Boron Neutron Capture Therapy  
*[(d) Terapi Tawanan Neutron Boron ]*

(100/100)

- 000 O 000 -