

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1994/95

April 1995

ZCT 535/4 - Perubatan Nuklear dan Fizik Radioterapi

Masa : [3 jam]

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

Jawab MANA-MANA LIMA soalan sahaja.
Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. Soalan ringkas. Setiap soalan 5 markah.
 - (a) Senaraikan faktor yang menentukan banyaknya cahaya yang terpancar dari hablur Sodium Iodide.
 - (b) Nyatakan fungsi asas tiub pendarab foto (PMT).
 - (c) Senaraikan faktor yang mempengaruhi peleraian intrinsik kamera gamma.
 - (d) Senaraikan faktor yang mempengaruhi kepekaan kamera gamma.
 - (e) Nyatakan cirian pelaksanaan kamera gamma.
 - (f) Nyatakan kawalan kualiti harian kamera gamma.
 - (g) Nyatakan jenis masa mati kamera gamma.
 - (h) Apakah matriks maksimum yang diperolehi daripada 10 bit ADC?
 - (i) Nyatakan 2 mod perolehan biasa menggunakan komputer berdigit.
 - (j) Nyatakan teorem hiris-unjuran.
 - (k) Beri sebab utama turas digunakan dalam prosedur bina semula.
 - (l) Tentukan bilangan unjuran yang diperolehi dalam ujian SPECT 64 sudut menggunakan 64 x 64 matriks perkataan.
 - (m) Nyatakan sebab utama kewujudan 'ring artifacts' dalam prosedur bina semula.

...2/-

- (n) Dalam ujian SPECT menggunakan kolimator lubang selari, kenapakah jejari putaran diminimumkan?
- (o) Di manakah di dalam medan penglihatan ketakseragaman di dalam imej 'planar flood' mendatangkan kesan utama pada bina semula SPECT?
- (p) Apakah yang diperolehi dalam proses transformasi Fourier imej?
- (q) Apakah yang menentukan frekuensi maksimum dalam transformasi Fourier imej?
- (r) Nyatakan ciri turas untuk mendapatkan hasil terbaik bagi memperolehi peleraian dengan bilang yang munasabah.
- (s) Takrifan penyurih.
- (t) Nyatakan dua ciri radionuklid untuk digunakan dalam pengimejan.

(100 markah)

2. Di bawah adalah hasil ujikaji yang dibuat untuk menentukan pengambilan (uptake) dan penghapusan (clearance) Technetium-99m dalam pengimejan tulang rangka. Sebanyak 10 millicurie disuntik kepada pesakit. Tentukan keaktifan melonggok ("cumulative activity") bagi tulang rangka, seluruh tubuh, hati dan buah pinggang. Kemudian tentukan dos sinaran diperolehi bagi organ-organ tersebut. Dalam hal ini abaikan dos dari sumbangan keaktifan di bahagian tubuh yang lain.

(a) Seluruh Tubuh

Selepas suntikan Technetium-99m berhijrah ke beberapa organ terutama tulang rangka, buah pinggang dan hati. Yang lebihnya 1 millicurie tersebar di dalam lain bahagian tubuh (darah, otot dan lain-lain). Andaikan taburan ini secara seketika selepas suntikan dan penghapusan keaktifan hanya disebabkan reputan radioaktif.

(20 markah)

...3/-

(b) Tulang Rangka

Pengambilan keaktifan dalam tulang rangka didapati seperti berikut:

<u>Masa selepas Suntikan</u>	<u>Keaktifan di Tulang Rangka</u>
30 minit	2 mCi
1 jam	4 mCi
2 jam	3 mCi
3 jam	2.5 mCi
4 jam	2 mCi

Daripada saat ini keaktifan terhapus dengan separuh hayat selama 6 jam.

(40 markah)

(c) Hati

Didapati 10% daripada keaktifan yang disuntik berada di dalam hati. Keaktifan ini terhapus dari hati dengan kombinasi aktiviti biologi dan reputan radioaktif. Separuh hayat biologi adalah 4 jam.

(10 markah)

(d) Buah Pinggang

Dalam masa 30 minit 5 millicurie diambil oleh buah pinggang. Selepas itu keaktifan berpindah ke pundi kencing dengan separuh hayat efektif 30 minit. Andaikan pengambilan Technetium-99m oleh buah pinggang adalah secara linear dengan masa.

(30 markah)

Diberi:

$$1. \quad S_{WB+WB} = 4.7 \times 10^{-5} \frac{\text{rad}}{\mu\text{Ci}\cdot\text{day}}$$

$$2. \quad S_{SK+SK} = 1.8 \times 10^{-4} \frac{\text{rad}}{\mu\text{Ci}\cdot\text{day}}$$

$$3. \quad S_{L+L} = 1.1 \times 10^{-3} \frac{\text{rad}}{\mu\text{Ci}\cdot\text{day}}$$

$$4. \quad S_{K+K} = 4.6 \times 10^{-3} \frac{\text{rad}}{\mu\text{Ci}\cdot\text{day}}$$

...4/-

3. (a) (i) Nyatakan Teorem Pensampelan dalam SPECT.

(10 markah)

(ii) Andaikan kita mempunyai kamera gamma berdigit dengan medan penglihatan 40 cm dan SPECT dijalankan menggunakan matriks 64 x 64. Tentukan:

[a] Selang pensampelan.

[b] Nilai frekuensi Nyquist.

[c] Selang antara sampel dalam spektrum frekuensi.

[d] Selang pensampelan jika zoom x 2 dikenakan.

[e] Selang pensampelan jika matriks 128 x 128 digunakan.

[f] Frekuensi penggalan untuk peleraian SPECT = 17 mm (FWHM).

(60 markah)

(b) Jelaskan secara ringkas kesan-kesan fizikal utama yang menghadkan kebolehan kaedah SPECT untuk mengira taburan keaktifan di dalam tubuh dengan lebih jitu.

(30 markah)

4. (a) Bincangkan apa yang dimaksudkan oleh sebutan keseimbangan elektronik.

(25 markah)

(b) Mengapa keseimbangan elektronik tidak boleh tercapai daripada sinaran bertenaga amat tinggi?

(25 markah)

(c) Jelaskan dasar teori kaviti dan tunjuk dengan anggapan yang berkaitan bagaimana teori ini dapat digunakan untuk membantu pengukuran dalam penentuan dos terserap ke sesuatu bahantara.

(50 markah)

...5/-

5. (a) Laluan sinar pengionan melalui sesuatu larutan akuas menghasilkan atom dan molekul teruja dan terion. Jelaskan proses fizikal dan kimia yang terlibat dalam perpindahan tenaga ini.

(30 markah)

- (b) Tunjukkan, dalam batasan model satu-langgaran, bagaimana bilangan biologi entiti N yang tidak terjejas kekal setelah menerima satu dos, D , boleh diramalkan dalam satu hubungan eksponen yang mudah. Bagaimana ramalan ini boleh berubah jika diketahui bahawa kawasan sensitif atau sasaran sesuatu sel memerlukan lebih daripada satu langgaran untuk merosakkannya?

(40 markah)

- (c) Anggapkan model satu langgaran dan satu ketumbuhan mengandungi 10^{10} sel. Jika 1 Gy dos terserap oleh ketumbuhan itu akan mengurangkan populasi sel hidup kepada 0.37 daripada jumlah yang sedia ada, kirakan dos yang perlu untuk memastikan kebarangkalian 1% hanya sel tunggal terus hidup.

(30 markah)

6. Anda ditugaskan untuk menyediakan satu rekabentuk perisai untuk satu bilik radioterapi yang mana satu pemecut linear 15 MV akan dipasang. Alat berkenaan berupaya menghasilkan sinar-X 15 MV dan 6 MV dan juga elektron pada lima tenaga di antara 4 ke 14 MeV.

- (a) Jelaskan faktor utama yang akan mempengaruhi rekabentuk yang terperinci, juga senaraikan data fizikal asas yang mana anda perlukan untuk melakukan pengiraan. Terangkan anggapan utama yang anda perlu lakukan.

(40 markah)

- (b) Sediakan satu lakaran rekabentuk yang berkenaan (jangan sediakan dimensi), menggunakan nota ringkas jika perlu menerangkan fungsi bahagian tertentu rekabentuk tersebut.

(30 markah)

...6/-

- (c) Satu penghadang prima konkrit dengan ketebalan 210 cm (ketumpatan 2.35 gcm^{-3}) didirikan 8.0 m dari satu pemecut linear yang menghasilkan sinar-X 6 MV dan 12 MV (lapisan nilai sepuluh 41 cm bagi konkrit pada 12 MV). Dengan menganggap bahwa faktor pendudukan ialah $1/4$ bagi luaran kawasan tersebut dan bebankerja yang dijangkakan untuk alat radio-terapi ini ialah 500 Sv/minggu, ramalkan kadar dos maksima bagi luaran kawasan yang tertutup ini. Ubahkan ketebalan penghadang prima untuk membenarkan kadar dos luaran yang sama bagi bebankerja sebanyak 1000 Sv/minggu.

(30 markah)

- oooOooo -