

## 2013年度 医学物理士認定試験

### 記述式 物理工学系試験問題

試験時間 9 : 4 5 ~ 1 1 : 1 5 9 0 分間

#### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
2. 問題冊子は1~8 ページまでの8 ページ、問題は4 科目各2 問の計8 問である。
3. 解答用紙は計4 枚で上部がのり付けされている(4 枚目は放射線計測学 問題 A の解答用紙)。指示されたら丁寧に切り離しなさい。
4. 印刷不鮮明、ページの落丁、乱丁及び解答用紙の枚数不足、汚れ等に気付いた場合、解答中に解答用紙を破損した場合は、解答用紙を交換するので静かに手を挙げて監督員に知らせること。
5. 4 科目から3 科目、1 科目について1 問を選択し、合計3 問について解答すること。上記以外は無効となる。
6. 1 問につき解答用紙1 枚(表裏2 ページ) 以内で解答すること。
7. すべての解答用紙に受験番号、氏名を記入し、解答した科目名と問題記号に○印を例のように描くこと。(例は、放射線診断物理学 問題 A について解答した場合である。)

科目名	放射線診断物理学	問題記号	A	受験番号	13-	氏名
	核医学物理学		B			
	放射線治療物理学					
	放射線計測学					

8. 放射線計測学 問題 A については、専用の解答用紙に解答すること。
9. すべての解答用紙を回収するので、4 枚の解答用紙を机上に置くこと。問題冊子は持ち帰ること。
10. 試験開始30 分後から退出可能である。退出する場合はすべての解答用紙を伏せて机の上に置き、問題冊子、提出しない解答用紙、荷物を持ち出すこと。退出後試験時間中の再入場はできない。

以上

科目名 放射線診断物理学

問題 A 超音波検査の組織ハーモニックイメージングについて以下の設問に答えよ。

設問 1 ハーモニックイメージングの基本原理について説明せよ。

設問 2 位相反転法の原理と欠点について説明せよ。

設問 3 方位分解能が向上する理由について説明せよ。

科目名 放射線診断物理学

問題 B 直接変換方式のフラットパネルディテクタ (FPD) について以下の設問に答えよ。

設問 1 画像形成原理について説明せよ。

設問 2 MTF が間接変換方式より高い理由について説明せよ。

設問 3 DQE が間接変換方式より低い理由について説明せよ。

科目名 核医学物理学

問題 A ガンマカメラの視野均一性（感度均一性）の評価について以下の設問に答えよ。

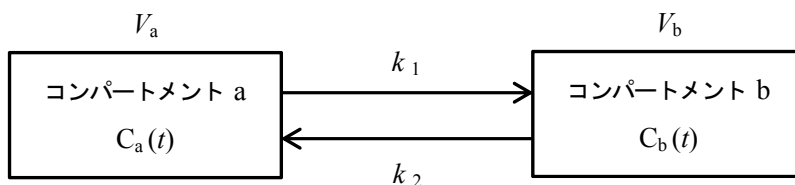
設問 1 UFOV (useful field of view)、CFOV (central field of view)とは何か説明せよ。

設問 2 固有視野均一性、総合視野均一性の測定方法を説明せよ。

設問 3 UFOV 内の最大カウント数が 7,300、最小カウント数が 7,000 のとき、どのような均一性を評価できるか。その名称、定義式および評価結果を示せ。

科目名 核医学物理学

問題 B 生体内での薬物動態を分析するためにコンパートメントモデルが用いられる。図に示す単純化されたコンパートメントモデルで、時間  $t$  [s] でのコンパートメント a および b の放射能濃度 [Bq/cc] をそれぞれ  $C_a(t)$ 、 $C_b(t)$ 、それぞれの容積 [cc] を  $V_a$ 、 $V_b$ 、移行速度定数 [ $s^{-1}$ ] を  $k_1$ 、 $k_2$  とする。以下の設問に答えよ。



設問 1  $\frac{dC_a(t)}{dt}$ 、 $\frac{dC_b(t)}{dt}$  についての微分方程式をそれぞれ記せ。

設問 2 関数  $f(t) = f(0)e^{-kt} + Ce^{-kt} \int_0^t e^{kt} dt$  は微分方程式  $\frac{df(t)}{dt} = -kf(t) + C$  の解であることを示せ。ただし、 $k$  と  $C$  は定数である。

設問 3  $t=0$  でコンパートメント a に放射能  $Q$  [Bq] を投与し、それ以外に放射能はないとする。このとき、 $C_a(t)$ 、 $C_b(t)$  を求めよ。ただし、 $V_a = V_b$  とし、放射能の減衰は無視せよ。

設問 4  $C_a(t)$ 、 $C_b(t)$  の時間変化をグラフに表せ。

科目名 放射線治療物理学

問題 A MLC を用いた X 線の IMRT について以下の問いに答えよ。

設問 1 DMLC IMRT、SMLC IMRT、Rotational IMRT を解説し、それぞれの注意すべき物理的項目を述べよ。

設問 2 MLC transmission を分類して解説せよ。

設問 3 Round end leaf の場合の MLC off - set を図示して解説せよ。

科目名 放射線治療物理学

問題 B AAPM TG - 43 では、小線源治療に関して二次元における極座標形式で表された水中の任意点  $P(r, \theta)$  における吸収線量率  $\dot{D}(r, \theta)$  を次式で与えている。

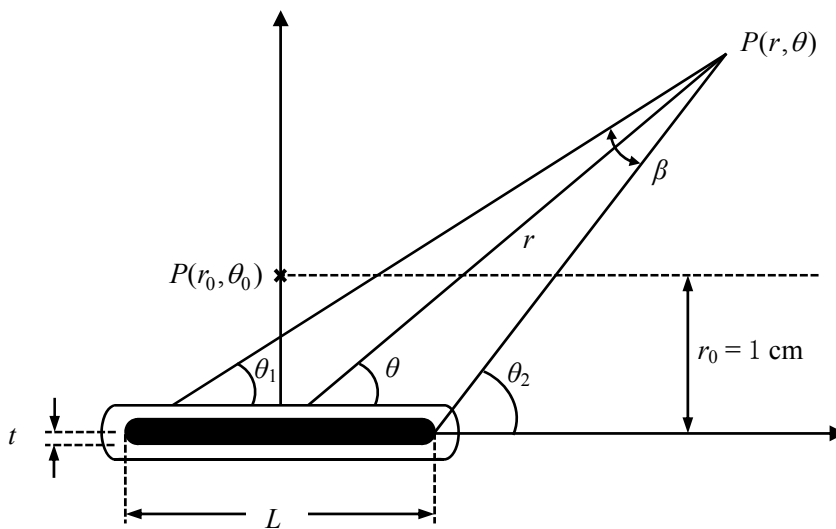
$$\dot{D}(r, \theta) = S_k \cdot \Lambda \cdot \frac{G_L(r, \theta)}{G_L(r_0, \theta_0)} \cdot g_L(r) \cdot F(r, \theta)$$

この式のそれぞれのパラメータ

- $S_k$  - air kerma strength
- $\Lambda$  - dose rate constant
- $G_L(r, \theta)$  - source geometry factor
- $g_L(r)$  - radical dose function
- $F(r, \theta)$  - anisotropy function at point

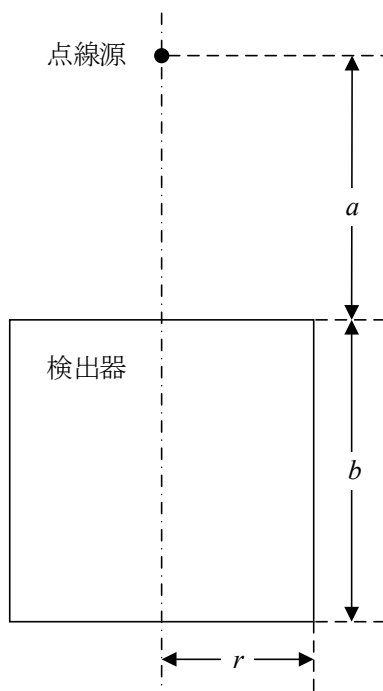
の日本語表記を行うとともにそれぞれがもつ物理的意味を解説せよ。解説にあたって、長さや角度に関する図中の記号を必要に応じ使用せよ。

ただし、図に示すように  $r$  は長さ  $L$  の線源の中心と測定点の距離で、角度  $\theta$ 、 $\theta_1$ 、および  $\theta_2$  はそれぞれ線源（長軸方向を  $0^\circ$  とする）中心、線源の左端および右端と測定点を結ぶ線と線源長軸とのなす角度であり、 $\beta$  は測定点から線源を見込む開き角の大きさ、 $t$  は線源（円柱）の半径の大きさである。また、 $r_0$  と  $\theta_0$  はそれぞれ 1 cm と  $90^\circ$  であり、 $P(r_0, \theta_0)$  を基準点とする。



科目名 放射線計測学

- 問題 A 半径  $r$ 、高さ  $b$  の円柱状の検出器の中心線上、検出器表面から距離  $a$  の位置に点線源が配置されている測定系を図に示す。以下の設問に答えよ。  
ただし、解答は本問専用の解答用紙に記入せよ。



- 設問 1 光子に対する検出器の固有効率  $\epsilon_{\text{int}}$  を決定する因子を述べよ。
- 設問 2 この測定系の幾何学的効率  $\epsilon_{\text{geo}}$  を求めよ。ただし、検出器の厚さ  $b$  は無視できることとする。
- 設問 3  $a$  を変化させた場合の幾何学的効率  $\epsilon_{\text{geo}}$  をグラフに図示せよ。
- 設問 4  $r = 5.0 \text{ cm}$  のゲルマニウム半導体検出器で  $\epsilon_{\text{geo}}$  が最大になるよう  $^{137}\text{Cs}$  線源を配置し、1000 秒間計測した結果 320 カウント、バックグラウンド 80 カウントを得た。 $^{137}\text{Cs}$  線源の放射能 [Bq] を求めよ。ただし、信頼度 68 %、662 keV  $\gamma$  線に対する  $\epsilon_{\text{int}}$  を 1.0 % とする。



科目名 放射線計測学

問題 B 吸収線量計測について以下の設問に答えよ。

設問 1 吸収線量の絶対量を計測可能な原理を 3 つ述べよ。

設問 2 それぞれの原理を利用した検出器を挙げよ。

設問 3 それぞれの検出器が適応できる吸収線量および吸収線量率の範囲とその理由を述べよ。

設問 4 設問 2 の検出器から人体の吸収線量評価に適した検出器を 1 つ挙げ、その理由を述べよ。