

2016 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 9:45 ～ 11:15 90 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 1～10 ページまでの 10 ページ、問題は 5 科目各 2 問の計 10 問である。
3. 解答用紙は計 3 枚で上部がのり付けされている。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. 5 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	16ー	氏名	
	核医学物理学						
	放射線治療物理学						
	放射線計測学						
	保健物理学/放射線防護学						

8. すべての解答用紙を回収するので、3 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。
9. 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、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 X 線 CT で円柱形の水ファントムを撮影すると、ビームハードニング（線質硬化）の影響で、画像の中央部に近いほど CT 値が低下するカップリングアーチファクトを生じることがある。この現象について、以下の設問に答えよ。

設問 1 画像の中央部に近いほど CT 値が低下する理由を説明せよ。

設問 2 カップリングアーチファクトを低減する方法について説明せよ。ただし、ビームハードニング補正アルゴリズムの利用は除くこと。

科目名 放射線診断物理学

問題 B X 線撮影で発生する散乱 X 線について、以下の設問に答えよ。

設問 1 散乱 X 線の発生を「干渉性散乱」と「非干渉性散乱」の用語を用いて説明せよ。

設問 2 受像器に到達する直接 X 線成分を I_D 、散乱 X 線成分を I_S として、散乱 X 線含有率 S を表せ。

設問 3 散乱 X 線含有率 S は、①被写体厚、②管電圧、③照射野サイズに対してどのように変化するのか説明せよ。

設問 4 低コントラストな被写体の被写体コントラストを C 、直接 X 線成分のみによる被写体コントラストを C_D として、 C を C_D と S を用いて表せ。

設問 5 X 線管焦点の MTF を M_F 、受像器の MTF を M_R 、散乱 X 線を含む X 線撮影系全体の被写体面における MTF を M_T として、 M_T を M_F 、 M_R 、 S を用いて表せ。

科目名 核医学物理学

問題 A 臨床用 PET 装置の性能評価法に関わる NEMA 規格(2007 年版あるいは 2012 年版)について、以下の設問に答えよ。

設問 1 空間分解能評価に用いられる核種を挙げ、その物理的性質を説明せよ。

設問 2 空間分解能測定法について説明せよ。

設問 3 胴体ファントム (IEC ファントム) について図示して説明せよ。

設問 4 空間分解能以外の性能評価項目を挙げよ。

科目名 核医学物理学

問題 B シンチレーションカメラに装着するコリメータについて、以下の設問に答えよ。

設問 1 ピンホールコリメータの開口部の有効径を d_e 、開口部からシンチレータまでの距離を a 、開口部からコリメータの中心軸上にある線源までの距離を x とする。

- (1) 距離 x におけるピンホールコリメータの空間分解能 R_1 を式で示せ。
- (2) 距離 x におけるピンホールコリメータの幾何学的効率 g_1 を式で示せ。

設問 2 平行多孔コリメータの 1 つの穴の径を d 、隔壁の厚さを t 、コリメータの有効高さを h_c 、コリメータ裏面からシンチレータまでの距離を c 、線源からコリメータ表面までの距離を x とする。

ただし、コリメータの穴の形状と配列により決まる因子は K とし、幾何学的効率 g_2 は K^2 に比例する。

- (1) 距離 x における平行多孔コリメータの空間分解能 R_2 を式で示せ。
- (2) 距離 x における平行多孔コリメータの幾何学的効率 g_2 を式で示せ。

科目名 放射線治療物理学

問題 A 高エネルギー光子線の水吸収線量計測について、以下の設問に答えよ。

設問 1 校正深 d_c ($=10 \text{ g cm}^{-2}$) における線質 Q の水吸収線量 $D_{w,Q}$ は次式で表される。各パラメータを説明せよ。

$$D_{w,Q} = M_Q N_{D,w} k_{Q,Q_0}$$

設問 2 固体ファントムでの水吸収線量計測を考える。深さスケーリング係数とフルエンススケーリング係数の定義式を示し、説明せよ。

設問 3 固体ファントムを用いる場合の深さスケーリングに関して、実効線減弱係数比を用いた算定法が物理密度比や電子密度比によるものに比べて優れていることを説明せよ。

設問 4 固体ファントム中の水吸収線量を求める式を示せ。

科目名 放射線治療物理学

問題 B AAPM TG-43 report では、小線源治療の線量計算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 $\dot{D}(r, \theta)$ を与えている。

ただし、 r は長さ L の線源（半径 t のロッド）の中心と測定点の距離で、 θ は r と線源長軸とのなす角度（長軸方向を 0° とする）である。

以下の設問に答えよ。

設問 1 下記のパラメータを使用して $\dot{D}(r, \theta)$ を求める式を示せ。

S_k ————— air kerma strength

Λ ————— dose rate constant

$G_L(r, \theta)$ ————— geometry factor

$g_L(r)$ ————— radial dose function

$F(r, \theta)$ ————— anisotropy function

設問 2 設問 1 での各パラメータがもつ物理的意味を説明せよ。

設問 3 線源に対する任意の点の $P(r, \theta)$ と基準点 $P(r_0, \theta_0)$ の位置関係がわかる図を示せ。

設問 4 TG-43 での線量計算の限界を述べよ。

科目名 放射線計測学

問題 A 国際単位系 (SI) について、以下の設問に答えよ。

設問 1 7つの基本量とその単位記号を記せ。

設問 2 SI 接頭語が表す乗数とその記号を 10^{-15} から 10^{15} の範囲で答えよ。

設問 3 以下の固有の名称をもつ SI 組立単位を基本量の単位記号のみで記せ。

- (a) C
- (b) W
- (c) Bq
- (d) Gy
- (e) Pa
- (f) sr

科目名 放射線計測学

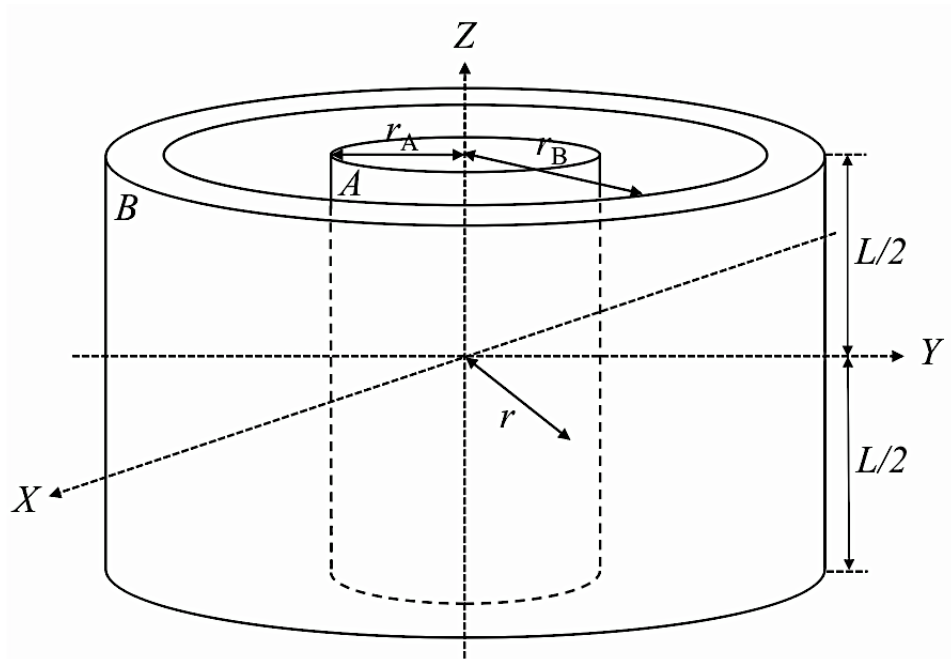
問題 B ガス入り検出器に関連する以下の設問に答えよ。

設問 1 ガス入り検出器の動作原理を記せ。

設問 2 印加電圧による出力波高の変化を図示せよ。

設問 3 設問 2 の図を領域に分割し、それぞれの名称と特性を述べよ。

設問 4 同軸に置かれている長さ L の二つの導体の配置を図に示す。 A は半径 r_A の円柱、 B は内径 r_B の円筒である。また A と B の間の電位差は V である。 XY 平面における中心軸 Z からの距離を r とするとき、 $0 \leq r < r_B$ での電界強度を求める式を導出せよ。また、同区間における電界強度の変化を図示せよ。
ただし、 $r_B \ll L$ とする。



科目名 保健物理学/放射線防護学

問題 A 診断参考レベル（DRL）について、以下の設問に答えよ。

設問 1 DRL の概要について次のキーワードを用いて説明せよ。

＜正当化、最適化、線量限度＞

設問 2 DRL の数値の設定方法について説明せよ。

設問 3 医療被ばく研究情報ネットワーク（J-RIME）の「最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定」に示される各モダリティの線量指標と単位を記せ。

科目名 保健物理学/放射線防護学

問題 B 放射線の影響およびリスクについて、以下の設問に答えよ。

設問 1 DDREF の意味と値を説明せよ。

設問 2 LNT モデルの意味と留意すべき点を説明せよ。

設問 3 胎児期の被ばくにおける確定的影響としきい値について妊娠ステージ毎に説明せよ。