

2020 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1~12 ページまでの12 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。）

受験番号および氏名の上に、点線に沿って保護シールを3枚の解答用紙にそれぞれ貼り付けること。

科 目 名	放射線診断物理学	問題記号	A	受験番号	20-	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枚の解答用紙を机の上に置くこと。問題冊子は持ち帰ること。
9. 途中退出はできない。ただし、トイレや発病等の場合は、黙って手を挙げ、監督員の指示にしたがうこと。
10. 問題冊子の持ち出しはできない。
11. 受験番号と氏名を記載すること。

受験番号 20- 氏名 _____

以上

科目名 放射線診断物理学

問題 A 乳房用 X 線撮影装置について以下の設問に答えよ。

設問 1 次の説明文の空欄 (a) ~ (f) に入る語句または数値を記せ。

乳房用 X 線撮影装置の X 線管の陽極の材質は一般に (a) で、厚さが 0.03 mm で K 殻吸収端が 20.0 keV の (b) フィルタと組み合わせて使用される。あるいは、厚さが 0.025 mm で K 殻吸収端が 23.2 keV の (c) フィルタを組み合わせる場合もある。また X 線管の放射口の窓には厚さ 0.03 mm の (d) が使用されている。

焦点サイズは、一般に大焦点 ((e) mm)、小焦点 ((f) mm) があり、大焦点は通常撮影に、小焦点は拡大撮影に使用される。

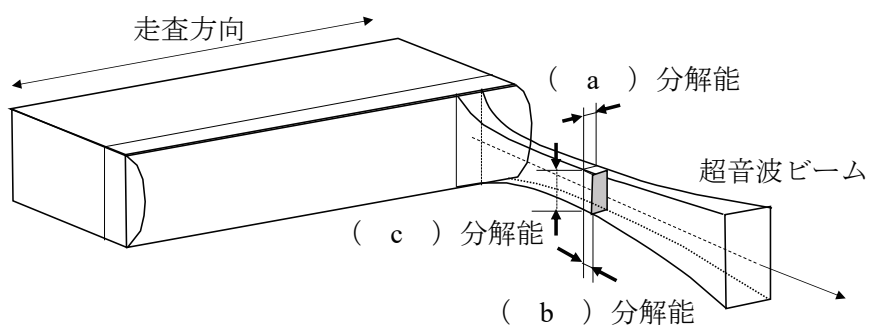
設問 2 (b) フィルタに対する (c) フィルタの利点と欠点について説明せよ。

設問 3 現在臨床で使用されている位相コントラストマンモグラフィの画像形成原理について説明せよ。

科目名 放射線診断物理学

問題 B 超音波画像診断装置について以下の設問に答えよ。

設問 1 超音波画像の画質の指標の 1 つである空間分解能と超音波ビームの関係を下図に示す。図中の空欄 (a) ~ (c) に入る用語を記せ。



設問 2 (a) ~ (c) の空間分解能はそれぞれどのように決定されるかを説明せよ。ただし、超音波のパルス幅やビーム幅との関係を明記すること。

設問 3 次の説明文の空欄 (d) ~ (g) に入る装置の構造物の名称を記せ。

超音波パルスのパルス幅を狭くするためには、プローブが広帯域である必要があり、(d) や (e) が重要である。また、スライス方向のビーム幅を狭くするために (f) が用いられている。方位方向の超音波ビームは、リニアアレイプローブを構成する (g) に印加する駆動電圧の遅延時間を調整することで、集束させることができる。

科目名 核医学物理学

問題 A NEMA による全身用 PET 装置の性能評価法（2012 年版あるいは 2018 年版）で、次の項目（1）～（4）の評価方法をそれぞれ説明せよ。

- （1）空間分解能
- （2）計数損失（計数率特性）
- （3）感度
- （4）減弱・散乱補正精度

科目名 核医学物理学

問題 B SPECT の解析的画像再構成法について、以下の設問に答えよ。

設問 1 エリアシングについて説明せよ。

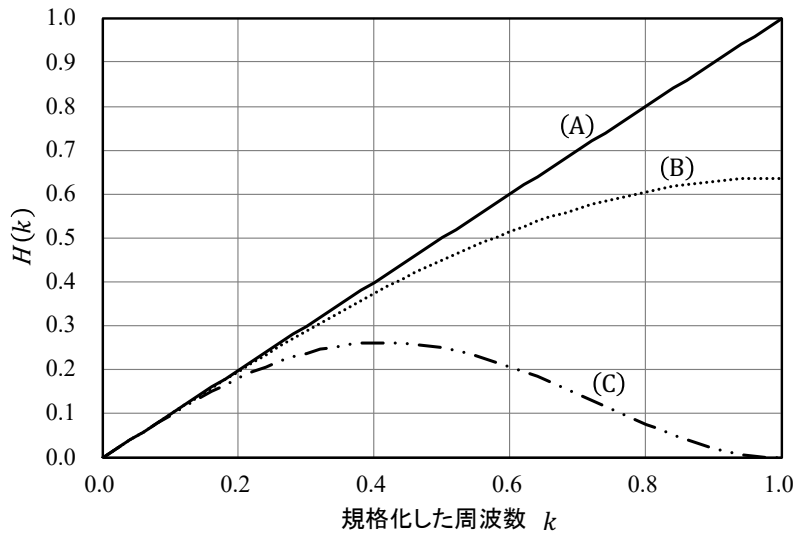
設問 2 中央断面定理について説明せよ。

設問 3 位置 (x, y) における放射能濃度を $f(x, y)$ とする。単純逆投影法において、 $f(x, y)$ と再構成画像 $\hat{f}(x, y)$ には以下の関係式が成り立つ。単純逆投影法の問題点を、式中の $1/r$ の意味もあわせて記せ。ただし、 r は線源からの距離、 \otimes は重畳積分とする。

$$\hat{f}(x, y) = f(x, y) \otimes \frac{1}{r}$$

設問 4 FBP 法で用いるフィルタ $H(k)$ の周波数特性を図に示す。次の (1) ~ (2) の問いに答えよ。

ただし、周波数 k はナイキスト周波数で規格化しており、 k_{cut} はカットオフ周波数とする。



(A) : $H(k) = |k|$

(B) : $H(k) = \frac{2k_{\text{cut}}}{\pi} \left| \sin \frac{k\pi}{2k_{\text{cut}}} \right|$

(C) : $H(k) = 0.5|k| \left\{ 1 + \cos \frac{k\pi}{k_{\text{cut}}} \right\}$

(1) フィルタ(A)、(B)、(C)の名称と特徴をそれぞれ記せ。

(2) 画像再構成の手順を以下の用語を使用して記せ。

(用語：実空間、投影データ、フーリエ逆変換、重畳積分、 $H(k)$)

科目名 放射線治療物理学

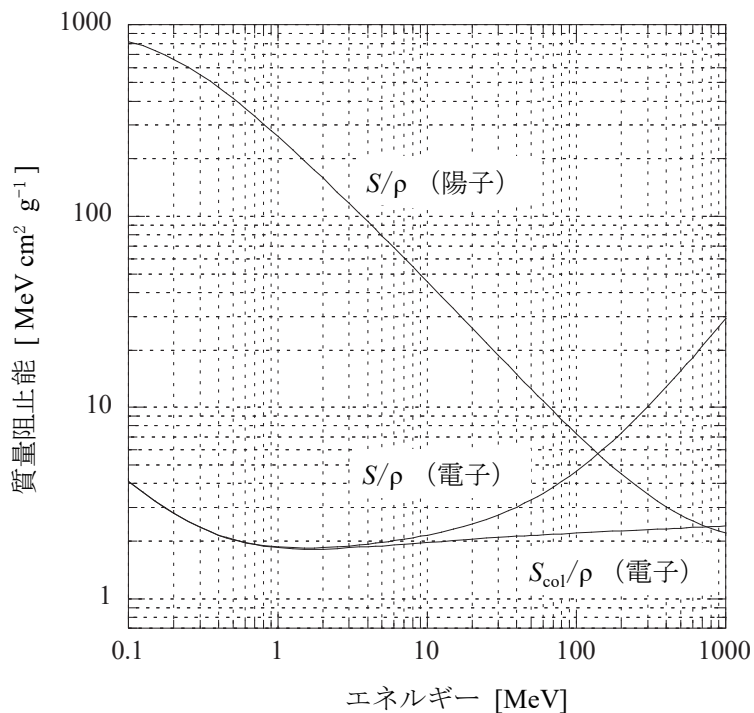
問題 A 以下の設問に答えよ。

設問 1 MV X 線の水中での深さによる深部量百分率の変化を、以下の用語を使用して説明せよ。

(用語：荷電粒子平衡、質量減弱係数、フルエンス)

設問 2 水に対する電子および陽子のエネルギーによる質量衝突阻止能および質量阻止能の変化を図に示す。10 MeV の電子、100 MeV の陽子がフルエンス 10^{10} cm^{-2} で水に入射した場合、表面近傍でのそれぞれの吸収線量 [Gy] を答えよ。

ただし、電気素量を $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ とする。



設問 3 10 MeV の電子、100 MeV の陽子が水に入射した場合、深さ 2 cm でのそれぞれのエネルギー [MeV] を答えよ。ただし、粒子は直進するものとする。

設問 4 電子線および陽子線の水中での線量分布を、以下の用語を使用して説明せよ。

(用語：エネルギー、質量阻止能、多重散乱、飛程)

科目名 放射線治療物理学

問題 B 電離箱線量計による高エネルギー電子線の吸収線量計測について以下の設問に答えよ。

設問 1 18 MeV、照射野 10 cm × 10 cm の電子線を平行平板形電離箱で負の電荷を測定した場合のイオン再結合補正係数 k_s および深部電離量百分率 (percentage depth ionization; PDI) を図に示す。 k_s が深さによって変化する理由を説明せよ。

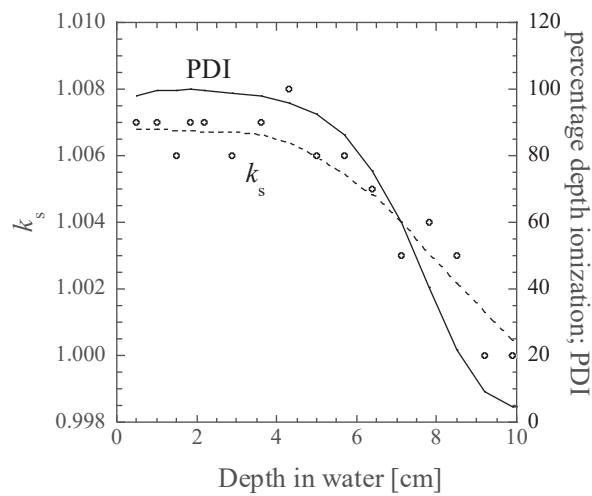


図 k_s の深さによる変化 (出典：標準計測法 12, 付録 14)

設問 2 18 MeV、照射野 10 cm × 10 cm の電子線の PDI および深部線量百分率 (percentage depth dose; PDD) を図に示す。PDI と PDD が異なる理由を説明せよ。

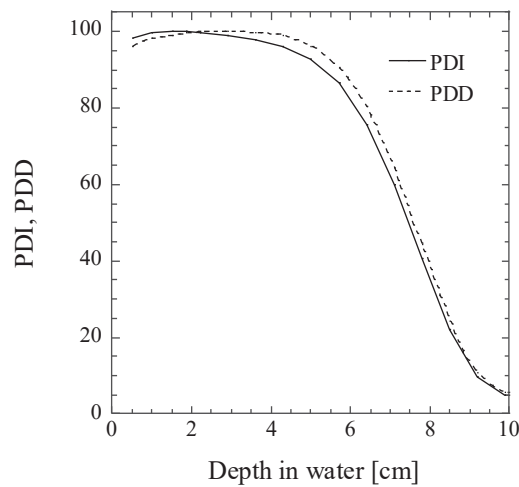


図 PDI および PDD (出典：標準計測法 12, 付録 14)

設問3 照射野 $6\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ 、 $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ および $15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ の PDD を図に示す。照射野 $6\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ の PDD がそれ以外と異なる理由を説明せよ。

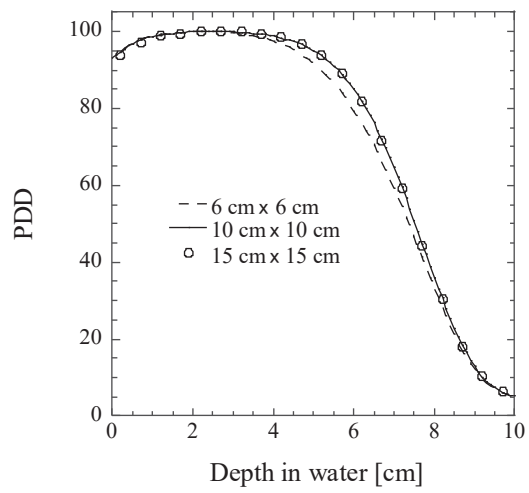


図 照射野による PDD の変化

科目名 放射線計測学

問題 A ブラッグ・グレイの空洞原理について以下の設問に答えよ。

設問 1 原理の要点を説明せよ。

設問 2 電離箱の壁の厚さで必要な条件とその理由を記せ。

設問 3 電離箱の空洞の大きさで必要な条件とその理由を記せ。

設問 4 原理が成立するとき、空洞電離箱の周辺の物質の吸収線量 D_m を壁物質の吸収線量 D_w を用いた式で示せ。

科目名 放射線計測学

問題 B シンチレータの種類や特性を表に示す。以下の設問に答えよ。

表 シンチレータの種類と特性

	シンチレータ	減衰時間 [μ s]	実効原子番号
A 群	NaI (Tl)	0.2 ~ 0.25	51
	CsI (Tl)	1.3	54
B 群	プラスチック	0.002	5~6
	有機液体	0.002 ~ 0.008	5.6

設問 1 A 群と B 群の減衰時間の違いをそれらの蛍光過程により説明せよ。

設問 2 A 群ではタリウムを混ぜてシンチレータを作製する。タリウムの役割を説明せよ。

設問 3 NaI (Tl) 検出器が使われる放射線の種類とその理由を表のデータ等より説明せよ。

設問 4 プラスチックシンチレータが使われる放射線の種類とその理由を表のデータ等より説明せよ。

設問 5 有機液体シンチレータがプラスチックシンチレータより優れている点を 3 つ挙げて説明せよ。

科目名 保健物理学/放射線防護学

問題 A ICRP Publication 84（妊娠と医療放射線）に記載されている内容について、以下の設問に答えよ。

設問 1 放射線被ばく後の妊娠中絶の考慮に関して、妊娠中絶の理由と考えるべきでない胎児線量を記せ。

設問 2 放射線被ばく後の胎児の中枢神経系への影響に関して、感受性が最も高いのは受胎後、何週から何週の期間か記せ。

設問 3 妊婦の X 線検査時の胎児線量低減法について記せ。

設問 4 妊婦の腹部単純 X 線撮影検査時のおおよその胎児線量を記せ。

設問 5 受胎前の被ばくの影響について記せ。

設問 6 妊娠女性の職業被ばくの管理において勧告されている胎児の線量限度について記せ。

科目名 保健物理学/放射線防護学

問題 B 核医学における被ばくについて以下の設問に答えよ。

設問 1 患者の被ばく線量評価方法について述べよ。

設問 2 患者の被ばく線量の低減方法について述べよ。

設問 3 内用療法を受けた患者の我が国の退出（退院）基準について述べよ。