

## 2023 年度 医学物理士認定試験

### 多肢選択式 物理工学系試験問題

試験時間 12:15 ~ 14:30 135 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いけない。
2. 問題冊子は 1~32 ページまでの 32 ページ、問題は 1~90 までの 90 問である。
3. 印刷不鮮明、ページの落丁、乱丁及び解答用マークシートの汚れ等に気付いた場合は、静かに手を挙げて監督員に知らせること。
4. 各問題には a ~ e までの 5 つの選択肢があるので、そのうち質問に適した答えを選び、マークシートにマークすること。

(例 1)

問題 100 県庁所在地はどれか。

- a. 栃木市
- b. 川崎市
- c. 神戸市
- d. 倉敷市
- e. 別府市

正解は「c」であるからマークシート c の欄をマークする。

(例 1) の質問で 2 つ以上解答した場合は誤りとする。

(例 2) の質問で、1 つまたは 3 つ以上解答した場合は誤りとする。

(例 2)

問題 101 県庁所在地はどれか。2 つ選べ。

- a. 宇都宮市
- b. 川崎市
- c. 神戸市
- d. 倉敷市
- e. 別府市

正解は「a」と「c」であるからマークシート a と c の欄をマークする。

5. マークシートは折り曲げず、メモやチェック等によごさないよう注意すること。
6. 途中退出は認めていない。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。
7. 問題冊子の持ち出しはできない。
8. 受験番号と氏名を記載すること。

受験番号 23- 氏名 \_\_\_\_\_

以上







問題1 電子のエネルギー準位で正しいのはどれか。

- a. 水素原子において主量子数  $n$  の縮退度は  $n^2 - 1$  である。
- b. 外部磁場をかけると  $s$  軌道のエネルギー準位は2つに分裂する。
- c. 水素原子の軌道電子結合エネルギーは主量子数が大きいほど大きい。
- d. 方位量子数  $l$  のエネルギー準位には最大  $2(2l-1)$  個の電子が配置される。
- e. オージェ電子によるエネルギー放出は特性 X 線によるものよりも大きい。

問題2 質量数  $A$  と原子番号  $Z$  の元素の壊変形式と生成元素との組合せで誤っているのはどれか。

- a.  $\alpha$  壊変 ————— ( $A-4, Z-2$ )
- b.  $\beta^+$  壊変 ————— ( $A, Z-1$ )
- c.  $\beta^-$  壊変 ————— ( $A, Z+1$ )
- d. 核異性体転移 ——— ( $A, Z+1$ )
- e. 軌道電子捕獲 ——— ( $A, Z-1$ )

問題3 核磁気で正しいのはどれか。

- a. 同位体の核スピンは全て等しい。
- b. 歳差運動の周期は磁場の大きさによらない。
- c. 陽子と中性子の磁気モーメントは同符号である。
- d. 外部磁場が大きくなるとゼーマン分裂は小さくなる。
- e. 核磁気モーメントが正であれば外部磁場と逆方向の核スピン状態の方が高いエネルギー準位となる。

問題4 放射平衡で正しいのはどれか。

ただし、時刻 $t$ における親核種の原子数と壊変定数を $N_1(t)$ 、 $\lambda_1$ 、娘核種の原子数と壊変定数を $N_2(t)$ 、 $\lambda_2$ としたとき、娘核種の原子数は

$$N_2(t) = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} N_1(0)(e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t}) + N_2(0)e^{-\lambda_2 t}$$

となる。

- a.  $N_1(t) = N_1(0)e^{-t/\lambda_1}$ である。
- b. 過渡平衡は $\lambda_1 > \lambda_2$ のときにおこる平衡状態である。
- c. 永続平衡は $\lambda_1 \gg \lambda_2$ のときにおこる平衡状態である。
- d. 永続平衡状態に達した後の、親核種、娘核種の原子数比は  $\frac{N_2(t)}{N_1(t)} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$  である。
- e. 過渡平衡状態に達した後の、親核種、娘核種の原子数比は  $\frac{N_2(t)}{N_1(t)} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}$  である。

問題5 非電離電磁波で正しいのはどれか。

- a. MRI は 30 GHz の RF 波を用いる。
- b. パルスオキシメータは 940 nm の光を用いる。
- c. 光免疫療法は 300 nm のレーザー光を用いる。
- d. ハイパーサーミアは 5 kHz の電磁波を用いる。
- e. サーモグラフィは 600 nm の電磁波を用いる。

問題6 超音波で密度が異なる組織の境界で変化しないのはどれか。

- a. 振 幅
- b. 速 度
- c. 波 長
- d. 振動数
- e. インピーダンス

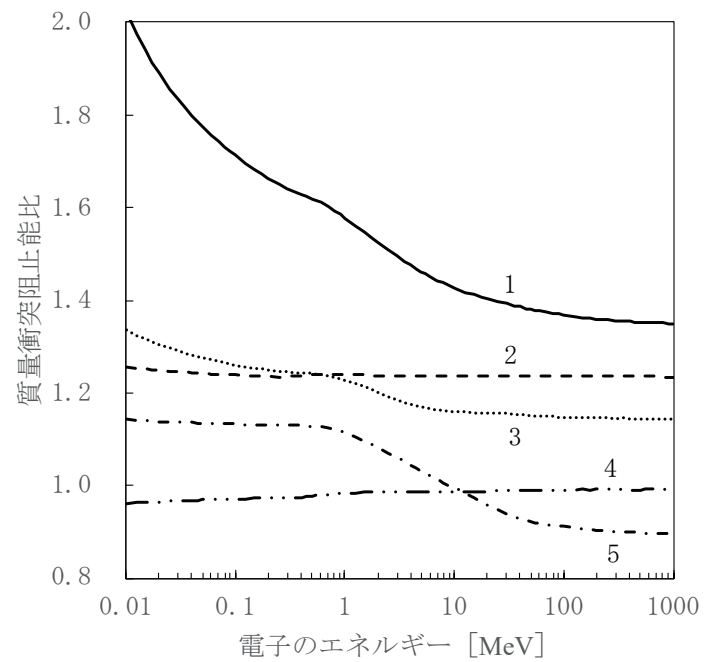
問題7 X線で正しいのはどれか。

- a. 直接電離放射線である。
- b. 中性子が放出される光核反応がある。
- c. 三電子生成のしきい値は 1.533 MeV である。
- d. コンプトン効果では光子が吸収され、電子が放出される。
- e. 光電効果の散乱断面積はコンプトン効果と比べて原子番号の依存が小さい。

問題8 質量数  $A$ 、原子番号  $Z$ 、中性子数  $N$  の物質中のコンプトン散乱の質量減弱係数に比例するのはどれか。

- a.  $N/A$
- b.  $Z/A$
- c.  $N^2/A$
- d.  $Z^2/A$
- e.  $NZ/A$

問題9 空気に対する水の質量衝突阻止能比はどれか。



- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4
- e. 5

問題10 粒子性が最も強い電磁波はどれか。

- a. X 線
- b. 可視光
- c. 紫外線
- d. 赤外線
- e. ラジオ波



問題 11 磁気剛性の単位はどれか。

- a.  $\text{MeV c}^2$
- b.  $\text{MeV c}$
- c.  $\text{MeV}$
- d.  $\text{MeV c}^{-1}$
- e.  $\text{MeV c}^{-2}$

問題 12 正しいのはどれか。

- a. 重力相互作用は短距離力である。
- b. 強い相互作用は  $\beta$  壊変に関与する。
- c. 電磁相互作用は  $\gamma$  壊変に関与する。
- d. 弱い相互作用は  $\pi$  中間子を介する。
- e. 強い相互作用はイオン結合に関与する。

問題 13 群速度を表す式はどれか。

ただし、 $\omega$ を角周波数、 $k$ を波数とする。

- a.  $\frac{\omega}{k}$
- b.  $\frac{k}{\omega}$
- c.  $\frac{d\omega}{dk}$
- d.  $\frac{dk}{d\omega}$
- e.  $k\omega$

問題 14 熱力学第 2 法則と最も関係が強いのはどれか。

- a. パウリ原理
- b. オームの法則
- c. レンツの法則
- d. ケプラーの法則
- e. クラウジウスの原理

問題 15 430 MeV/u 炭素線における水中の飛程 [cm] に最も近いのはどれか。

- a. 10
- b. 20
- c. 30
- d. 40
- e. 50

問題 16 量的変数はどれか。

- a. 性別
- b. 照射線量
- c. 転移の有無
- d. 化学療法の併用の有無
- e. 全身状態 KPS (Karnofsky Performance Status)

問題 17 DNA の塩基を A、C、G、T の 4 種類で表すとき、連続した塩基 3 個の配列をコード化するには、少なくとも何ビット必要か。

- a. 2 ビット
- b. 4 ビット
- c. 6 ビット
- d. 32 ビット
- e. 64 ビット

問題 18 統計的仮説検定に関する記述で正しいのはどれか。

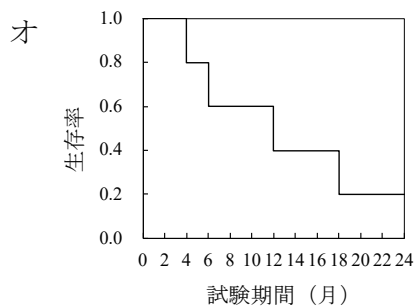
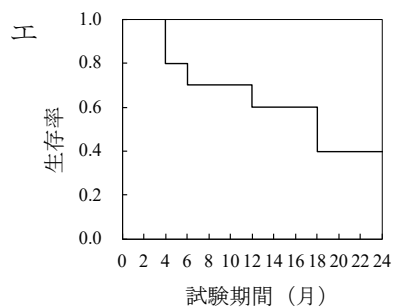
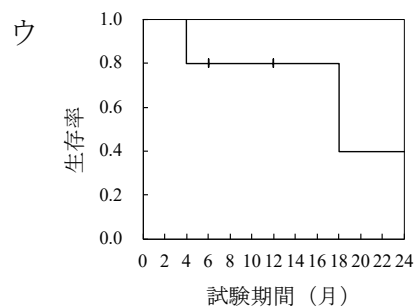
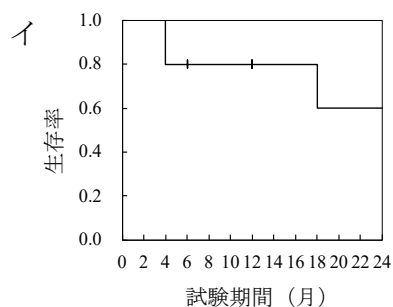
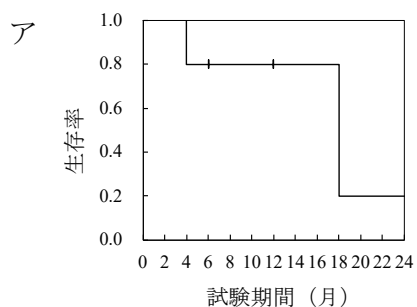
- a. 帰無仮説とは、本来証明したい仮説のことである。
- b. 標本数が大きいほど、検出力〈検定力〉は小さくなる。
- c. 有意水準とは、第二種の過誤が起きる確率のことである。
- d. 有意水準が大きいほど、検出力〈検定力〉は小さくなる。
- e. 第一種の過誤とは、帰無仮説が真であるにもかかわらず、帰無仮説を偽として棄却してしまう誤りのことである。

問題 19 多くのサンプルデータから互いに似たものを集めてグループを作り、グループごとの特徴を見るデータ解析手法として最も適切なのはどれか。

- a. 因子分析
- b. 主成分分析
- c. 重回帰分析
- d. クラスタ分析
- e. ロジスティック回帰分析

問題 20 放射線治療の臨床試験（試験期間 24 ヶ月）に参加した 5 名の患者 A～E の経過が以下ようになった。 Kaplan-Meier 法を用いた生存曲線で正しいのはどれか。

- A: 4 ヶ月後に死亡
- B: 6 ヶ月後に再発したため打ち切り
- C: 18 ヶ月後に死亡
- D: 24 ヶ月後の試験終了時まで生存
- E: 12 ヶ月後に追跡不能となり打ち切り



- a. ア
- b. イ
- c. ウ
- d. エ
- e. オ

問題 21 Size-Specific Dose Estimates (SSDE) で正しいのはどれか。

- a. pitch 長が長いほど SSDE が大きくなる。
- b. 実効直径は体幹部の長径と短径の平均である。
- c. CT 検査における実効線量の算出に必要なパラメータである。
- d. CTDI<sub>vol</sub> から SSDE への変換係数は実効直径が大きくなるほど小さくなる。
- e. 肺領域の SSDE の算出には、水等価直径法より患者実効直径法が適切である。

問題 22 X 線診療室のしゃへい計算で一次 X 線の計算に必要のないのはどれか。

- a. 3 月間における実効稼働負荷
- b. 受像面における照射野の大きさ
- c. 空気カーマから実効線量への換算係数
- d. しゃへい体の厚さにおける空気カーマ透過率
- e. X 線管焦点から利用線錐方向の 1 メートルにおける空気カーマ線量

問題 23 診断参考レベルで正しいのはどれか。2 つ選べ。

- a. 個人線量当量で表される。
- b. 国内で統一した値を用いる。
- c. 最適化の過程で用いられる。
- d. 調査データの中央値を用いる。
- e. 定期的に評価する必要がある。

問題 24 防護衣着用で頭頸部における 1 cm 線量当量は 20 mSv、胸部及び腹部の 1 cm 線量当量は 3 mSv の体幹部不均等被ばくを受けた。推定される実効線量 [mSv] はどれか。

- a. 3.1
- b. 4.9
- c. 11.5
- d. 16.0
- e. 26.0

問題 25 放射線測定器と使用用途との組合せで正しいのはどれか。

- a. TLD ————— 排水中の放射性同位元素濃度測定
- b. ガラス線量計 ————— 個人の内部被ばく線量測定
- c. GM 管式サーベイメータ ————— 管理区域床面の表面汚染測定
- d. 電離箱式サーベイメータ ————— 環境中バックグラウンド線量率測定
- e. NaI(Tl)シンチレーション式検出器 ——— X線診療室の漏えい線量測定

問題 26 放射線の国際基本安全基準（BSS）を刊行している組織・機関はどれか。

- a. IAEA
- b. ICRP
- c. ICRU
- d. OECD/NEA
- e. UNSCEAR

問題 27 ICRP2007 年勧告の組織加重係数が最も小さいのはどれか。

- a. 胃
- b. 肺
- c. 結腸
- d. 乳房
- e. 生殖腺

問題 28 厚生労働省通知「放射性医薬品を投与された患者の退出について」において、対象に含まれない放射性核種はどれか。

- a.  $^{18}\text{F}$
- b.  $^{89}\text{Sr}$
- c.  $^{90}\text{Y}$
- d.  $^{177}\text{Lu}$
- e.  $^{223}\text{Ra}$

問題 29 原子力発電所の事故に関する記述で正しいのはどれか。

- a.  $^{137}\text{Cs}$  の実効半減期はおよそ 2 ヶ月である。
- b.  $^{90}\text{Sr}$  はホールボティカウンタで測定可能である。
- c. 外部被ばく線量推定には建物の遮蔽を考慮する。
- d. 空間線量率は GM 式サーベイメータで測定する。
- e. 内部被ばく線量は放射性核種の摂取経路に依存しない。

問題 30 自然放射線被ばくに関する記述で正しいのはどれか。

- a.  $^{226}\text{Ra}$  の壊変によりトロンが生成される。
- b. 日本ではラドンからの被ばくが最も大きい。
- c. トリチウムは宇宙線によって自然界で生成される。
- d. 日本の一人当たりの平均被ばく線量はおよそ 1.5 mSv/年である。
- e. ISS 滞在中の宇宙飛行士の被ばく線量は、1 日当たり 0.1 mSv 程度である。

問題 31 単純 X 線撮影で画像コントラスト向上に寄与するのはどれか。2 つ選べ。

- a. 光電効果
- b. 電子対生成
- c. レイリー散乱
- d. コンプトン効果
- e. 相互作用なしの X 線

問題 32 50  $\mu\text{m}$  の X 線管焦点を用いて 5 倍拡大撮影を行ったときの半影の大きさ [mm] はどれか。

- a. 0.02
- b. 0.05
- c. 0.2
- d. 0.5
- e. 2.0

問題 33 乳房撮影用 X 線管で正しいのはどれか。2 つ選べ。

- a. 管電圧 80 kV 以上で撮影する。
- b. 焦点サイズは 0.5 mm 以下である。
- c. 高速回転陽極は 2000 rpm 程度である。
- d. 陽極材質としてモリブデンが用いられる。
- e. 濾過フィルタとしてカーボンが用いられる。

問題 34 DR における MTF で正しいのはどれか。

- a. 位置不変性が成立する。
- b. エッジ像の ESF をフーリエ変換して MTF を求める。
- c. プリサンプルド MTF はエリアシングの影響を含まない。
- d. スリット像の線像強度分布からラプラス変換して MTF を求める。
- e. オーバーオール MTF はデジタル MTF とディスプレイ MTF の和である。

問題 35 X 線 CT で、2 つの物質 0 HU と 300 HU のグレースケール表示における濃度差が最大となるウインドウレベルとウインドウ幅との組合せはどれか。

ウインドウレベル      ウインドウ幅

- |    |      |     |
|----|------|-----|
| a. | −150 | 100 |
| b. | −100 | 300 |
| c. | 0    | 300 |
| d. | 150  | 400 |
| e. | 300  | 400 |



問題 36 CTDI<sub>100, center</sub> が 12 mGy、CTDI<sub>100, peripheral</sub> が 30 mGy、ピッチファクタが 2.0 のときの CTDI<sub>vol</sub> [mGy] はどれか。

- a. 9.0
- b. 10.5
- c. 12.0
- d. 21.0
- e. 24.0

問題 37 値を大きくすると SAR が減少するのはどれか。

- a. 静磁場強度
- b. 繰り返し時間
- c. スライス枚数
- d. フリップアングル
- e. マトリクスサイズ

問題 38 画像診断に使用される造影剤で正しいのはどれか。

- a. SPIO は尿で排泄される。
- b. ヨード系造影剤は MRI で使用される。
- c. ガドリニウム系造影剤は CT で使用される。
- d. EOB-Gd-DTPA は肝臓に特異的に取り込まれる。
- e. ヨード系造影剤は腎性全身性線維症 (NSF) のリスクがある。

問題 39 超音波検査において超音波のパルスの中心周波数を高くしたときの説明で正しいのはどれか。

- a. 解像度が向上する。
- b. 空気中の音速が向上する。
- c. ピークパワーが向上する。
- d. 後方散乱の強度が増加する。
- e. 被写体への吸収が減少する。

問題 40 診断用エックス線装置の不変性試験で正しいのはどれか。

- a. 納入業者が行う。
- b. 担当者は医師である。
- c. 基礎値は受入試験の値を用いる。
- d. 画質の最適化を行うことを目的とする。
- e. 機器の構成要素の性能変化を早期発見する。

問題 41  $\alpha$  壊変する核種はどれか。

- a.  $^{68}\text{Ga}$
- b.  $^{90}\text{Y}$
- c.  $^{131}\text{I}$
- d.  $^{177}\text{Lu}$
- e.  $^{211}\text{At}$

問題 42 インビボ診断用放射性医薬品で正しいのはどれか。

- a. 比放射能が低い。
- b. 薬理効果がある。
- c. 授乳は制限されない。
- d. 高エネルギー $\beta$ 線を放出する。
- e. 主な副作用は血管迷走神経反射である。

問題 43 アンガー型ガンマカメラと比較した半導体 SPECT 装置で正しいのはどれか。

- a. 冷却が必要である。
- b. 空間分解能が悪い。
- c. 数え落としが増加する。
- d. エネルギー分解能が良い。
- e. コリメータは不要である。

問題 44 PET 測定において、511 keV における線減弱係数  $0.1 \text{ cm}^{-1}$ 、半径 10 cm の球体の中心で発生した消滅放射線対が減弱の影響を受けずに球体の外へ放出される確率 [%] で最も近いのはどれか。

ただし、指数関数の計算値は下表を用いて良い。

$x$	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
$\exp(x)$	0.05	0.135	0.368	1	2.72	7.39	20.1

- a. 5%
- b. 7%
- c. 14%
- d. 20%
- e. 37%

問題 45 PET 検出器における ICS (Inter Crystal Scattering) イベントで正しいのはどれか。

- a. 空間分解能が劣化する。
- b. シンチレータサイズが小さくなるほど少なくなる。
- c. 時間情報により最初の相互作用位置を推定できる。
- d. エネルギーウィンドウを狭くすることで除去できる。
- e. シンチレータと光検出器の 1 対 1 読み出し方式での影響が大きい。

問題 46 PET 画像で補正をしないと定量値が減少する要因はどれか。

- a. 減弱
- b. 散乱線
- c. 飛行時間差
- d. 偶発同時計数
- e. 視野外放射能

問題 47 核医学治療における SPECT/CT を用いた線量評価でプランナー画像と比較した断層画像の利点はどれか。

- a. 定量精度が低い。
- b. 補正が必要ない。
- c. 簡便に実施できる。
- d. 深部情報が正確である。
- e. 画像再構成条件に依存しない。

問題 48 JESRA 規格のガンマカメラの性能測定法と表示法 (X-0051\*D-2021) で  $^{99m}\text{Tc}$  点線源を使用しない試験はどれか。

- a. 固有均一性
- b. 固有空間分解能
- c. 固有エネルギー分解能
- d. システムアライメント
- e. 複数ウィンドウのずれ

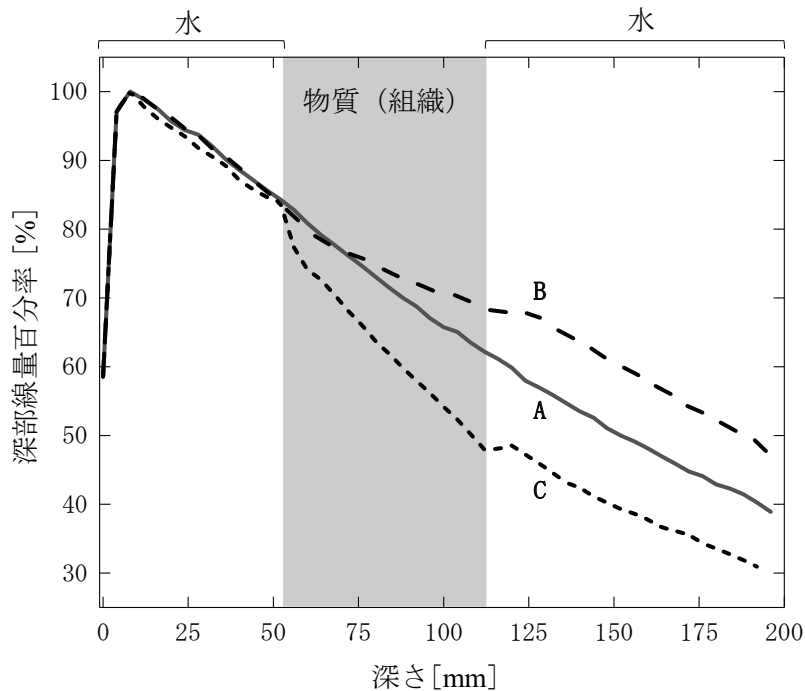
問題 49 核医学装置で用いられる半導体光検出器であるシリコンフォトマルチプライヤ (SiPM) の特徴で誤っているのはどれか。

- a. 線形性が良い。
- b. 磁場耐性がある。
- c. 動作電圧が低い。
- d. 時間分解能が高い。
- e. ガイガーモードで動作する。

問題 50 PET 装置のクロスキャリブレーションで正しいのはどれか。

- a. 点線源を使用する。
- b. 1 回/年の頻度で実施する。
- c. 検出器間の感度を補正する。
- d. 定期点検後は実施しなくても良い。
- e. メーカー推奨の条件で画像再構成する。

問題 51 図に示す灰色の領域は、水 ( $1.0 \text{ g/cm}^3$ )、肺組織 ( $0.4 \text{ g/cm}^3$ )、骨組織 ( $1.9 \text{ g/cm}^3$ ) のいずれかである。A, B, C の高エネルギー X 線の深部線量百分率と灰色の領域の物質 (組織) との関係で適切な組合せはどれか。



- |    | A   | B   | C   |
|----|-----|-----|-----|
| a. | 肺組織 | 水   | 骨組織 |
| b. | 肺組織 | 骨組織 | 水   |
| c. | 水   | 骨組織 | 肺組織 |
| d. | 水   | 肺組織 | 骨組織 |
| e. | 骨組織 | 水   | 肺組織 |

問題 52 AAPM TG-43U で示される位置 $(r, \theta)$ の吸収線量率の表式に関して適切な記述はどれか。

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

- $S_k$  は散乱補正係数である。
- $\Lambda$  は空気カーマ強度である。
- $G_L(r_0, \theta_0)$  は基準点 $(r, \theta) = (1 \text{ cm}, 90^\circ)$ における線源幾何学係数である。
- $g_L(r)$  は非等方性関数である。
- $F(r, \theta)$  は放射状線量関数である。

問題 53 画像誘導放射線治療の臨床施行のためのガイドライン 2022 で示されるコーンビーム CT を使った画像誘導放射線治療 QA/QC に含まれないのはどれか。

- コーンビーム CT の画質の確認
- 機械的接触防止インターロックの動作確認
- 総合的照射位置精度試験 (End to End 試験)
- コーンビーム CT 上での線量計算精度の確認
- コーンビーム CT と放射線照射装置のアイソセンターの一致度確認

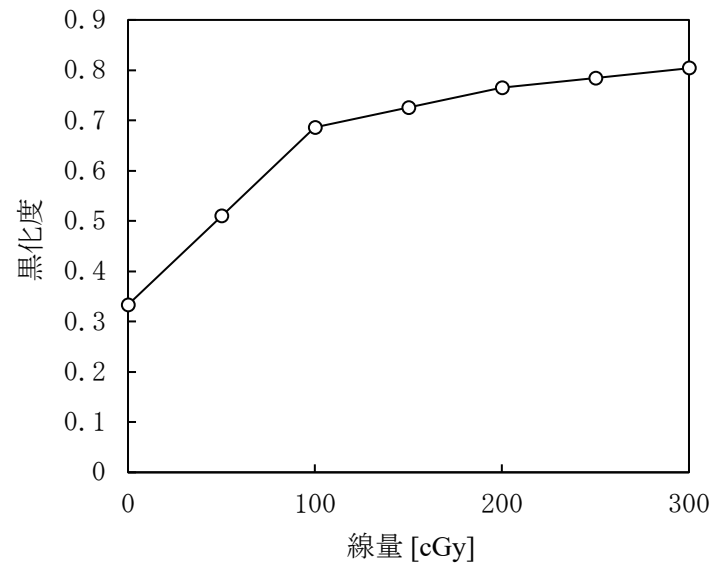
問題 54  $D(\mathbf{r})$ を位置座標 $\mathbf{r}$ における線量とする。 $D(\mathbf{r})$ が次の表式で書かれる時、以下の記述で最も適切なのはどれか。

ただし、 $\rho_{\mathbf{r}'\mathbf{r}'}$ 、 $\rho_{\mathbf{r}-\mathbf{r}'}(\mathbf{r}-\mathbf{r}')$ はそれぞれ線源から $\mathbf{r}'$ まで、 $\mathbf{r}$ から $\mathbf{r}'$ までの放射線通過長とする。

$$D(\mathbf{r}) = \int K(\rho_{\mathbf{r}-\mathbf{r}'}(\mathbf{r}-\mathbf{r}'))T(\rho_{\mathbf{r}'\mathbf{r}'})d^3\mathbf{r}'$$

- $T(\rho_{\mathbf{r}'\mathbf{r}'})$ は位置座標 $\mathbf{r}'$ における電子密度である。
- $K(\rho_{\mathbf{r}-\mathbf{r}'}(\mathbf{r}-\mathbf{r}'))$ はディラックのデルタ関数である。
- この線量計算法を Convolution-superposition 法と呼ぶ。
- モンテカルロ法では、3次元積分を1次元積分に近似する。
- $D(\mathbf{r})$ のフーリエ変換は、 $K(\rho_{\mathbf{r}-\mathbf{r}'}(\mathbf{r}-\mathbf{r}'))$ と $T(\rho_{\mathbf{r}'\mathbf{r}'})$ のフーリエ変換の和となる。

問題 55 図にラジオクロミックフィルムの線量-黒化度の関係を示す。正しいのはどれか。



- a. 線量と黒化度は線形の関係にある。
- b. 線量と黒化度は反比例の関係にある。
- c. 黒化度が 0.9 の時線量は 300 cGy である。
- d. 線量が大きいほど黒化度の変化は小さい。
- e. 黒化度が小さいほど線量の変化は小さい。

問題 56 イオン再結合補正係数  $k_s$  に最も近いのはどれか。

ただし、 $V_1 = -300 \text{ V}$  のとき  $M_1 = 14.3 \text{ nC}$ 、 $V_2 = -100 \text{ V}$  のとき  $M_2 = 14.2 \text{ nC}$  とし、2点電圧法の補正式の各係数は以下の表とする。

$V_1/V_2$	パルス放射線		
	$a_0$	$a_1$	$a_2$
2.0	2.337	-3.636	2.299
2.5	1.474	-1.587	1.114
3.0	1.198	-0.875	0.677
3.5	1.080	-0.542	0.463

- a. 0.997
- b. 1.000
- c. 1.003
- d. 1.006
- e. 1.009

問題 57 3次元水ファントムによる光子線の線量分布取得で正しいのはどれか。2つ選べ。

- a. 収集時間を長くするとノイズは増加する。
- b. スキャン速度を遅くするとノイズは増加する。
- c. PDD の測定では浅部から深部へスキャンする。
- d. リファレンス線量計は空気中の照射野内に置く。
- e. 小照射野では電離箱サイズによる体積効果を考慮して電離箱を選択する。



問題 58 放射線治療機器で正しいのはどれか。

- a. RALS では  $\gamma$  線の線量率の制御が可能である。
- b. サイクロトロンでは陽子線を連続的に取り出すことが可能である。
- c. リニアックでは電子線の線量率を連続的に変えることが可能である。
- d. リニアックでは X 線のエネルギーを連続的に変えることが可能である。
- e. シンクロトロンでは重粒子線を一定の磁場で加速することが可能である。

問題 59 強度変調放射線治療で正しいのはどれか。2 つ選べ。

- a. ビームフルエンスを最適化する。
- b. VMAT では MLC の速度は一定である。
- c. フォワードプランニングが利用される。
- d. Sliding window 法では MLC が静止してから X 線を照射する。
- e. 通常照射より MLC 透過線量が標的の吸収線量に与える影響は大きい。

問題 60 リニアックの品質保証で誤っているのはどれか。

- a. 定規で治療寝台移動量の確認を行う。
- b. デジタル角度計でウェッジ角度の精度管理を行う。
- c. フロントポインタで光学距離計指示値の確認を行う。
- d. ピケットフェンス試験で MLC 静止位置の評価を行う。
- e. スターショットでガントリー回転中心精度の確認を行う。

問題 61 電離箱の擾乱補正係数で正しいのはどれか。2 つ選べ。

- a. 空洞補正係数は平行平板形電離箱では 1 である。
- b. 変位補正係数は電離箱の形状に大きく依存する。
- c. 全擾乱補正係数は空洞と電離箱の違いを補正する。
- d. 壁補正係数は電離箱内で発生した二次電子の寄与を補正する。
- e. 中心電極補正係数は中心電極がアルミニウムであれば無視できる。

問題 62 下表に水等価ファントムの元素組成と密度を示す。正しいのはどれか。

元素	重量比
H	0.08
C	0.90
N	0.01
O	0.01

密度 [g cm <sup>-3</sup> ]	1.04
--------------------------	------

- a. 密度を水等価とする。
- b. 電子密度は  $3.25 \times 10^{23} \text{ g}^{-1}$  である。
- c. 人体の組成に近い元素組成である。
- d. 実効原子番号は水より大きくなる。
- e. 電子濃度は  $4.38 \times 10^{23} \text{ cm}^{-3}$  である。

問題 63 熱蛍光線量計で正しいのはどれか。

- a. 再読み取り可能である。
- b. 紫外線照射で蛍光量を測定する。
- c. フッ化カルシウムは中性子線の測定に使われる。
- d. 一定の速度で昇温するとグローカーブが得られる。
- e. グローピーク温度が高いほどフェーディングが大きい。

問題 64 イオン再結合に関する記述で正しいのはどれか。

- a. 初期再結合は線量率に依存する。
- b. 一般再結合は線エネルギー付与に依存する。
- c. イオン再結合補正は Jaffe plot により直線性を確認する。
- d. イオン再結合補正は 2 点電圧法の電圧比を 2 未満とする。
- e. 平行平板形電離箱のイオン再結合補正では電位計の読み値をそのまま用いる。

問題 65 固有検出効率が 0.8、線源から見込む立体角 [sr] が 0.628 の検出器の絶対検出効率で最も近いのはどれか。

ただし、線源は点線源とし、線源から検出器までの放射線の減弱は無視する。

- a. 0.04
- b. 0.05
- c. 0.40
- d. 0.50
- e. 5.00

問題 66 本邦の治療用線量計の校正とトレーサビリティで正しいのはどれか。

- a. 特定標準器は電離箱式の測定器である。
- b. 特定標準器は定期的な国際相互比較が行われる。
- c. 電位計は JCSS 登録事業者による毎年の校正が推奨される。
- d. 校正定数は信頼の包含係数  $k = 3$  の拡張不確かさで与えられる。
- e. 特定二次標準器の不確かさより一次標準器の不確かさの方が大きい。

問題 67 1 MeV の光子エネルギーに対する空気の質量減弱係数が  $6.36 \times 10^{-2} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$  であるとき、空気中における光子の平均自由行程 [cm] で最も近いのはどれか。

ただし、空気の密度を  $1.20 \times 10^{-3} \text{ g cm}^{-3}$  とする。

- a.  $7.63 \times 10^{-5}$
- b.  $1.82 \times 10^{-2}$
- c.  $1.57 \times 10^1$
- d.  $5.47 \times 10^1$
- e.  $1.31 \times 10^4$

問題 68 低速中性子の検出法で正しいのはどれか。2 つ選べ。

- a. 断面積は速度に比例する。
- b. 中性子捕獲反応の利用が望ましい。
- c. 断面積は  $^{10}\text{B} > ^3\text{He} > ^6\text{Li}$  の順で高い。
- d. 検出器に付与されるエネルギーは、入射中性子のエネルギーに依存しない。
- e.  $\text{BF}_3$  比例計数管によるパルス波高分布には、壁効果による連続分布領域が観測される。

問題 69 単一エネルギーのパルス波高分布がガウス分布で表されるとき、パルス波高値が 470 ch で、標準偏差が 20 ch であった。エネルギー分解能 [%] で最も近いのはどれか。

- a. 0.03
- b. 1.81
- c. 4.26
- d. 8.51
- e. 10.0

問題 70 フラットパネルディテクタで正しいのはどれか。

- a. 直接方式は生成された電荷を完全読み出しできる。
- b. 間接方式はシンチレータとフォトダイオードで構成される。
- c. アモルファス半導体はフォトンカウンティングが可能である。
- d. 高エネルギーX線用はシンチレータの下部に金属プレートが配置される。
- e. アモルファスセレンの電子正孔対を生成するために必要な平均エネルギーは 5 eV 程度である。

問題 71 アナログ信号をデジタル信号に変換する処理はどれか。

- a. A/D 変換
- b. D/A 変換
- c. ガンマ変換
- d. アフィン変換
- e. ローレンツ変換

問題 72 ネットワークインターフェースカードに製造元が割り当てるユニークなアドレスはどれか。

- a. IP アドレス
- b. MAC アドレス
- c. ホストアドレス
- d. ネットワークアドレス
- e. ブロードキャストアドレス

問題 73 次の行列  $A$  の固有値で最も小さいのはどれか。

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$$

- a.  $-3$
- b.  $-2$
- c.  $-1$
- d.  $1$
- e.  $4$

問題 74 機械学習で画像分類問題の損失関数としてよく用いられる負の対数尤度関数として定義される関数はどれか。

- a. 情報量
- b. 相互情報量
- c. 平均二乗誤差
- d. 交差エントロピー
- e. 情報エントロピー

問題 75 グレースケール画像で 1 画素を 256 段階に量子化する場合、1 画素を表すために必要な最小 byte 数はどれか。

ただし、画像は圧縮していないものとする。

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 8
- e. 16

問題 76 画像 A (5×5 pixels) に対して移動平均フィルタ (3×3 pixels) を用いたボケマスク処理を行った。 $i = 2, j = 2$ における処理後の出力値はどれか。  
ただし、ボケマスク処理の強調係数は 0.5 とする。

	$j = 0$	1	2	3	4	$\rightarrow j$
$i = 0$	8	9	6	4	2	
1	6	7	5	5	3	
2	7	4	6	4	9	
3	8	9	3	2	8	
4	9	12	11	9	10	
	$\downarrow i$					

1	1	1
1	1	1
1	1	1

- a. 5.0
- b. 5.5
- c. 6.0
- d. 6.5
- e. 7.0

問題 77 正しいのはどれか。

- a. 伝送速度 1 Gbps のネットワークシステムは 256 MB/s である。
- b. サンプリング周波数の 2 倍の周波数がナイキスト周波数になる。
- c. アナログ画像を量子化してデジタル画像に変換すると量子化誤差を生じる。
- d. 一定の有効視野内ではマトリクスサイズが小さいほど画素サイズは小さい。
- e. 2 cycles/mm の正弦波を 0.2 mm 間隔で標本化して再現すると折り返し誤差が発生する。

問題 78 フーリエ変換で正しいのはどれか。

- a. 偶関数をフーリエ変換すると純虚数になる。
- b. ガウス関数をフーリエ変換するとデルタ関数になる。
- c. 実空間で画像を平行移動すると振幅成分が変化する。
- d. デルタ関数をフーリエ変換するとガウス関数になる。
- e. 実空間で **comb** 関数の間隔を広げると周波数空間では間隔が狭くなる。

問題 79 画像処理で正しいのはどれか。

- a. 微分フィルタ処理は画像中の雑音成分を抑制する。
- b. ヒストグラム平坦化法は画像の 2 値化処理の一手法である。
- c. Sobel フィルタはゼロクロッシングを探してエッジを検出する。
- d. LoG (Laplacian of Gaussian) フィルタは平滑化フィルタとして用いられる。
- e. バイラテラルフィルタは画像のエッジ成分を保持しつつ雑音成分も抑制する。

問題 80 システム関数  $f(x)$   $\{f(\pm 2) = 1.0, f(\pm 1) = 1.0, f(0) = 1.0\}$  とフィルタ関数  $h(x)$   $\{h(\pm 2) = 0.0, h(\pm 1) = -0.2, h(0) = 1.0\}$  がある。  $f(x)$  と  $h(x)$  の畳み込み積分  $\{g(x) = f(x) \otimes h(x)\}$  を行った。処理後の  $g(-1)$  の値で正しいのはどれか。  
ただし、標本化間隔は 1 とする。

- a. -0.8
- b. -0.6
- c. 0.0
- d. 0.6
- e. 0.8



問題 81 放射性同位元素等の規制に関する法律で正しいのはどれか。

- a. 放射線発生装置を使用している者は許可使用者である。
- b. 放射線発生装置を診療のために用いるときは、この法律による規制を受けない。
- c. 許可使用者が使用の目的を変更する場合には、あらかじめ原子力規制委員会に届け出なければならない。
- d. 許可使用者が管理区域を拡大しようとする場合には、原子力規制委員会の許可を受けなければならない。
- e. 放射線発生装置に係る特定許可使用者は、施設検査に合格した日又は定期検査を受けた日から3年以内に定期検査を受けなければならない。

問題 82 放射性同位元素等の規制に関する法律で定められる放射線障害の防止に関する教育訓練で誤っているのはどれか。

ただし、「告示」とは「放射線障害の防止に関する教育及び訓練の時間数を定める告示」とする。

- a. 放射線業務従事者が初めて管理区域に立入る前に、告示に定められた教育訓練を行わなければならない。
- b. 告示では、放射線障害の防止に関する法令及び放射線障害予防規程について30分以上の時間数が定められている。
- c. 放射線業務従事者が管理区域に立入った後には教育訓練を行った日から1年以内に教育訓練を行わなければならない。
- d. 見学のため管理区域に一時的に立入る者に対しては、立入る放射線施設において放射線障害が発生することを防止するために必要な事項について行う。
- e. 教育訓練の各々の項目又は事項の全部又は一部に関し十分な知識及び技能を有していると認められる者に対しては、当該項目又は事項についての教育訓練を省略することができる。

問題 83 放射性同位元素の種類と、放射性同位元素等の規制に関する法律の告示（放射線を放出する同位元素の数量等を定める件）が定める表面密度限度 [ $\text{Bq cm}^{-2}$ ]との組合せで正しいのはどれか。

- a.  $^{89}\text{Sr}$  \_\_\_\_\_ 4
- b.  $^{90}\text{Y}$  \_\_\_\_\_ 0.4
- c.  $^{131}\text{I}$  \_\_\_\_\_ 4
- d.  $^{177}\text{Lu}$  \_\_\_\_\_ 40
- e.  $^{223}\text{Ra}$  \_\_\_\_\_ 0.4

問題 84 電離放射線障害防止規則で定められる放射線業務従事者の定期健康診断について、実施の頻度、結果の保存期間および報告書の提出先の組合せで正しいのはどれか。

	実施の頻度	結果の保存期間	報告書の提出先
a.	6 月以内ごと	5 年間	所轄労働基準監督署長
b.	6 月以内ごと	30 年間	所轄労働基準監督署長
c.	6 月以内ごと	30 年間	都道府県知事
d.	1 年以内ごと	30 年間	都道府県知事
e.	1 年以内ごと	永 年	都道府県知事

問題 85 医療法施行規則であらかじめ届け出なければならないのはどれか。

- a. 定格出力 100 kV の診療用エックス線装置を設置するとき
- b. 定格出力 80 kV の診療用エックス線装置の出力を 120 kV に変更するとき
- c. 1 MeV 以上のエネルギーを有する診療用のエックス線の発生装置を廃止するとき
- d. 下限数量の 1000 倍以下の密封された放射性同位元素を装備した診療用の照射機器を設置するとき
- e. 診療用放射性同位元素を備えなくなったとき、汚染の除去、汚染物の廃棄などの廃止後の措置の概要

問題 86 医療法施行規則で定められている「移動型・携帯型」X線管焦点皮膚間距離はどれか。

- a. 15 cm 以上
- b. 20 cm 以上
- c. 30 cm 以上
- d. 45 cm 以上
- e. 100 cm 以上

問題 87 医療法施行規則で定められている場所と実効線量限度との組合せで正しいのはどれか。2つ選べ。

- a. 一般病室 ————— 1.3 mSv / 3月
- b. 管理区域の境界 ————— 1.3 mSv / 週
- c. 診療所の敷地の境界 ————— 250  $\mu$ Sv / 週
- d. 診療用放射線照射器具使用室の画壁の外側 ————— 1.3 mSv / 3月
- e. 診療用高エネルギー放射線発生装置使用室の画壁の外側 ——— 1.0 mSv / 週

問題 88 ICRP が勧告している職業被ばくの適用と線量限度との組合せで正しいのはどれか。

- a. 実効線量 ————— 定められた5年間の平均として、年間 50 mSv
- b. 妊娠女性の胚・胎児 ——— 申告後、残りの妊娠期間で 1 mSv
- c. 眼の水晶体 ————— 300 mSv / 年
- d. 皮膚 ————— 50 mSv / 年
- e. 手足 ————— 50 mSv / 年

問題 89 個人線量当量に対する測定量で1センチメートル線量当量が用いられるのはどれか。

- a. 実効線量
- b. 手足の等価線量
- c. 乳房の等価線量
- d. 皮膚の等価線量
- e. 眼の水晶体の等価線量

問題 90 医療現場におけるインフォームド・コンセントの目的で正しいのはどれか。

- a. 医療提供者を潜在的な法的措置から守るため。
- b. 患者が医療処置に伴う費用を理解していることを確保するため。
- c. 患者の意見なしに医療専門家が決定を下すことを可能にするため。
- d. 医療プロセスをスピードアップし、書類作業を最小限に抑えるため。
- e. 患者が医療手続きや治療のすべてのリスクと利益を完全に理解していることを確保するため。







