

2024 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。

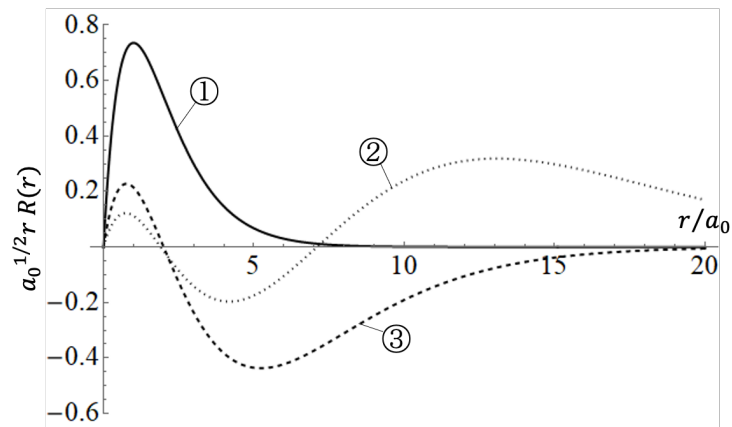
5. マークシートは折り曲げず、メモやチェック等でよごさないよう注意すること。
6. 途中退出は認めていない。ただし、トイレや発病等の場合は、黙って手を挙げ、監督員の指示にしたがうこと。
7. 問題冊子の持ち出しはできない。
8. 受験番号と氏名を記載すること。

受験番号 24- 氏名

以上

問題 1 図に水素原子の電子軌道 1s、2s、3s に対する動径方向波動関数 $R(r)$ に $a_0^{1/2}r$ を乗じた関数を示す。正しい組合せはどれか。

ただし、 r は動径座標、 a_0 はボーア半径とする。



水素原子の動径方向波動関数

- a. 1s ——— ①
- b. 1s ——— ②
- c. 2s ——— ①
- d. 2s ——— ②
- e. 3s ——— ③

問題 2 安定して存在する原子核の性質で正しいのはどれか。

- a. ^{16}O は二重魔法数核である。
- b. 核子間距離は核子半径の 10 倍程度である。
- c. 重い原子核は中性子数よりも陽子数の方が多い。
- d. 核子 1 個当たりの結合エネルギーは 1-5 MeV 程度である。
- e. 核子 1 個当たりの結合エネルギーが最大となる原子核は ^{197}Au である。

問題3 D-T 核融合反応 ($D + T \rightarrow {}^4\text{He} + n$) において反応前の D、T の運動エネルギーが無視できるとき、反応によって生成される中性子の運動エネルギー [MeV] に最も近い値はどれか。

ただし、下の表の値を使用すること。

核種	D	T	${}^4\text{He}$	n
質量エネルギー [MeV]	1,876	2,809	3,728	940

- a. 3
- b. 9
- c. 14
- d. 17
- e. 21

問題4 磁場中の生体内の核スピンの正しいのはどれか。

- a. ラーモア周波数は温度に依存する。
- b. ラーモア周波数は磁場に逆比例する。
- c. 生体内の ${}^1\text{H}$ は同一のラーモア周波数をもつ。
- d. スピン量子数 $3/2$ の核は磁気量子数の異なる 4 つのエネルギー順位をもつ。
- e. ${}^1\text{H}$ に 3T の外部磁場を印加すると、60%以上のスピンは外部磁場と同じ方向を向く。

問題5 120 keV の X 線の波長 [pm] に最も近いのはどれか。

- a. 0.01
- b. 0.1
- c. 1
- d. 10
- e. 100

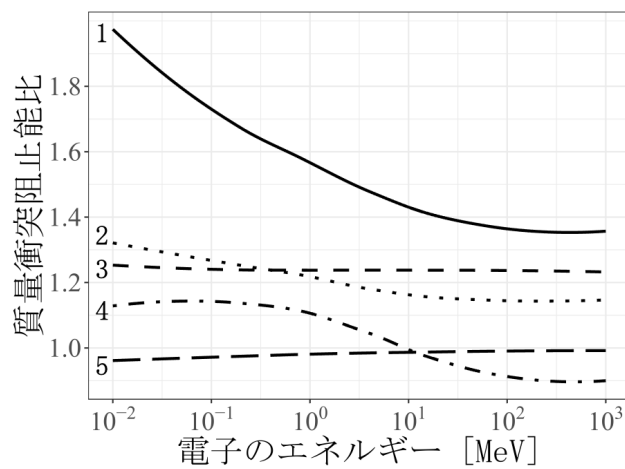
問題 6 反応の前後で電子数と光子数の和が減少するのはどれか。

- a. 光電効果
- b. 電子対生成
- c. レイリー散乱
- d. コンプトン散乱
- e. 三対子〈電子〉生成

問題 7 X 線光子の強度を I 、線減弱係数を μ 、X 線が透過する物質の厚さを x とするとき X 線の減弱を表す微分方程式はどれか。

- a. $\frac{dI}{dx} = - \frac{\mu}{I}$
- b. $\frac{dI}{dx} = - \mu I$
- c. $\frac{d^2 I}{dx^2} = - \mu^2 I$
- d. $\frac{dI}{dx} = - \mu I^2$
- e. $\frac{dI}{dx} = - \mu e^{-\mu x}$

問題 8 電子線の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 9 電子の物質中でのエネルギー損失で正しいのはどれか。

- a. 質量阻止能は物質によって変化しない。
- b. 放射損失は水中より鉛の中の方が大きい。
- c. 衝突損失は物質の陽子数の自乗に比例する。
- d. 衝突損失はエネルギーとともに単調に減少する。
- e. 放射損失は電子のエネルギーに比例して小さくなる。

問題 10 超音波の性質で正しいのはどれか。

- a. 横波である。
- b. 回折を起こさない。
- c. 密度によって速度が変化する。
- d. 周波数は 20 Hz～10 kHz である。
- e. 空気中の速度は気温に依存しない。

問題 11 質量 m 、運動エネルギー E を持つ自由粒子に対する空間部分のシュレーディンガー方程式はどれか。

ただし、 $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ で h はプランク定数、 ψ は波動関数である。

- a. $-\frac{\hbar}{2m} \nabla \psi = E\psi$
- b. $-\frac{\hbar}{2m} \nabla^2 \psi = E\psi$
- c. $-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla \psi = E\psi$
- d. $-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi = E\psi$
- e. $-\frac{\hbar^2}{2m^2} \nabla \psi = E\psi$

問題 12 光子の物理的特性で正しいのはどれか。2 つ選べ。

- a. 原子核とは相互作用しない。
- b. 伝搬速度は媒質に依存する。
- c. ブラッグ反射は粒子性を示す現象である。
- d. ニュートンリングは波動性を示す現象である。
- e. 運動量は光子エネルギーを光速の自乗で除した値である。

問題 13 光速の 80% で運動する粒子の運動エネルギーは静止質量の何倍か。

- a. 0.67
- b. 0.81
- c. 1.25
- d. 1.56
- e. 2.78

問題 14 陽子数が不変であるのはどれか。2 つ選べ。

- a. β 壊変
- b. γ 壊変
- c. (n, α) 反応
- d. 軌道電子捕獲
- e. ラザフォード散乱

問題 15 一定磁場中のサイクロトロン運動の、磁場に垂直な速度成分を表す式はどれか。

ただし、 B は磁束密度、 e は電荷、 m は質量、 r は回転半径を表す。

- a. $\frac{eB}{mr}$
- b. $\frac{eBm}{r}$
- c. $\frac{eBr}{m}$
- d. $\frac{r}{eBm}$
- e. $\frac{mr}{eB}$

問題 16 表に放射線治療患者の年齢の度数分布を示す。年齢の基本統計量の関係で正しいのはどれか。

年齢（歳）	人数（人）
25	1
39	1
45	6
66	4
70	8
82	10
90	8

- a. 平均値 > 中央値 > 最頻値
- b. 平均値 > 最頻値 > 中央値
- c. 中央値 > 平均値 > 最頻値
- d. 最頻値 > 平均値 > 中央値
- e. 最頻値 > 中央値 > 平均値

問題 17 確率分布に関する説明で正しいのはどれか。

- a. t 分布における平均値は 1 である。
- b. F 分布は、1 つの自由度から分布の形が決まる。
- c. カイ二乗分布は、1 つの自由度から分布の形が決まる。
- d. 正規分布とは、平均値を中心とした左右対称の離散確率分布のことである。
- e. ポアソン分布とは、ある事象が連続的に発生し、その発生確率が一定である連続確率分布のことである。

問題 18 食道癌手術症例の術前化学放射線治療施行群の再発割合と非施行群の再発割合に差があるかどうかを検討するために使用する統計手法で正しいのはどれか。

- a. カイ二乗検定
- b. スチューデントの t 検定
- c. クラスカル・ウォリス検定
- d. マンホイットニーの U 検定
- e. ウィルコクソンの順位和検定

問題 19 目的変数に量的変数を用いる多変量解析手法で正しいのはどれか。

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

問題 20 放射線治療を行った肺癌患者を年齢で 2 群に分け、それぞれの全生存率をカプラン・マイヤー法で算出した。ハザード比とその 95%信頼区間を推定するための統計手法で正しいのはどれか。

- a. 因子分析
- b. ログランク検定
- c. コックス回帰分析
- d. フリードマン検定
- e. 一般化ウィルコクソン検定

問題 21 UNSCEAR 2020/2021 Report で推定されている、2020 年の世界一人当たり年間医療被ばく線量 [mSv] で最も近いのはどれか。

- a. 0.2
- b. 0.6
- c. 1.0
- d. 1.4
- e. 1.8

問題 22 DDREF (線量・線量率効果係数) が適用される放射線はどれか。2 つ選べ。

- a. 光 子
- b. 電 子
- c. 陽 子
- d. α 粒子
- e. 中性子

問題 23 頭頸部及び腹部に装着した個人線量計から得られた 1 cm 線量当量がそれぞれ 10.0 mSv 及び 2.0 mSv であるとき、推定される実効線量 [mSv] で最も近いのはどれか。

- a. 1.1
- b. 1.7
- c. 2.9
- d. 4.9
- e. 6.0

問題 24 計画被ばく状況における介護者や介助者の医療被ばく最適化プロセスに用いられるのはどれか。

- a. 線量限度
- b. 預託線量
- c. 参考レベル
- d. 線量拘束値
- e. 診断参考レベル

問題 25 内部被ばく線量計算モデルに関する記述で正しいのはどれか。

- a. 計算パラメータは年齢に依存する。
- b. 標的臓器内の積分放射能を計算する。
- c. 同じ核種であれば体内動態は化学形に依存しない。
- d. コンパートメントモデル計算で吸収割合 AF を求める。
- e. 体内動態計算にファントムのシミュレーション計算が用いられる。

問題 26 眼の水晶体に係る放射線防護を直接規定する項目がない法令はどれか。

- a. 薬機法
- b. 医療法
- c. 獣医療法
- d. 労働基準法
- e. 臨床検査技師法

問題 27 放射性医薬品を投与された患者の退出基準が示されていない核種はどれか。

- a. ^{90}Y
- b. $^{99\text{m}}\text{Tc}$
- c. ^{131}I
- d. ^{177}Lu
- e. ^{223}Ra

問題 28 福島原子力発電所事故に関する記述で正しいのはどれか。

- a. 一番多く放出された核種は ^{134}Cs である。
- b. チョルノービリ発電所事故よりも放出放射能が多い。
- c. 福島県民の事故後 4 ヶ月間の推定外部被ばく線量は平均 5 mSv である。
- d. IAEA は ALPS 処理水の海洋放出に伴う環境への放射線影響は無視できるほどと評価している。
- e. INES（国際原子力・放射線事象評価尺度）で最も高いレベル 5（広範囲に影響を伴う事故）と評価されている。

問題 29 エックス線診療室等の構造設備における漏えい線量の算定で求める線量はどれか。

- a. 吸収線量
- b. 実効線量
- c. 周辺線量
- d. 線量当量
- e. 等価線量

問題 30 小児の放射線診断における放射線防護で正しいのはどれか。

- a. 股関節撮影において生殖腺防護は必須ではない。
- b. 思春期の女児乳房の被ばくを低減するために AP 撮影をする。
- c. 頭部撮影では PA よりも AP 撮影の方が眼の線量を低減できる。
- d. 体幹の撮影時は体重や身長を考慮した露出表より AEC 装置を利用すべきである。
- e. 女児の腹部撮影では卵巣が直接照射野に入らないように位置を調整すべきである。

問題 31 厚生労働省通知で保守点検計画を策定すべき装置に規定されているのはどれか。2 つ選べ。

- a. MRI 装置
- b. 医用 X 線 CT 装置
- c. 胸部撮影 X 線診断装置
- d. 血管造影 X 線診断装置
- e. DXA 方式骨密度測定装置

問題 32 CT 値 80 HU の線減弱係数 $[\text{cm}^{-1}]$ はどれか。
ただし、水の線減弱係数は 0.20 cm^{-1} とする。

- a. 0.108
- b. 0.216
- c. 0.223
- d. 0.254
- e. 0.318

問題 33 CT 画像の空間分解能を向上させるために有効でないのはどれか。

- a. 焦点サイズを大きくする。
- b. 検出器のピッチを小さくする。
- c. ボクセルサイズを小さくする。
- d. マトリクスサイズを大きくする。
- e. 高解像度再構成アルゴリズムを使用する。

問題 34 MRI 撮影時に生じる大きな音の発生源はどれか。

- a. 寝 台
- b. 超電導磁石
- c. RF 受信コイル
- d. RF 送信コイル
- e. 傾斜磁場コイル

問題 35 MRI の T_1 値で正しいのはどれか。

- a. RF パルスの照射時間
- b. 磁場の強度を変更するための時間
- c. プロトン密度の違いを反映する時間
- d. 核スピンの元の状態に約 37% 戻るための横緩和時間
- e. 核スピンの元の状態に約 63% 戻るための縦緩和時間

問題 36 MRI 検査における金属インプラントに対する対応で正しいのはどれか。

- a. インプラントのある部位を避けて撮像する。
- b. 入室する介助者の金属インプラントは安全である。
- c. インプラントが常磁性材料でできている場合は安全である。
- d. インプラントの種類や位置に応じて個別に安全性評価を行う。
- e. 非常に高磁場（7T 以上）の MRI 装置でのみ検査が可能である。

問題 37 デジタルマンモグラフィシステムのターゲット / フィルタで、Mo / Mo と比較した W / Rh の説明で正しいのはどれか。

- a. 繊維構造の描出能が高い。
- b. 腫瘍構造の描出能が高い。
- c. 特性 X 線の寄与が大きい。
- d. 低電圧での撮影が可能である。
- e. 被ばく線量低減が可能である。

問題 38 単純 X 線撮影における半価層（HVL）で正しいのはどれか。2 つ選べ。

- a. X 線管電圧が上がると薄くなる。
- b. X 線管電流が増加すると厚くなる。
- c. X 線の線質を評価する指標である。
- d. 付加フィルタの材質によって変化する。
- e. X 線のエネルギースペクトルの影響を受けない。

問題 39 2つの物質で構成される境界面で、超音波の反射係数が最も高いのはどれか。

- a. 水と脂肪
- b. 水と血液
- c. 筋肉と骨
- d. 脂肪と筋肉
- e. 血液と筋肉

問題 40 超音波診断装置によるスキャンでサイドローブアーチファクトの影響を受けやすいのはどれか。

- a. 均質な組織内
- b. 表面に近い構造物
- c. 液体と固体の境界部分
- d. 深部にある小さな構造物
- e. 高周波のプロープ使用時

問題 41 原子炉で製造される核種はどれか。

- a. ^{18}F
- b. ^{68}Ga
- c. $^{99\text{m}}\text{Tc}$
- d. ^{125}I
- e. ^{177}Lu

問題 42 PET 装置の体軸視野を長くする利点はどれか。

- a. 散乱線の低減
- b. 装置感度の向上
- c. 空間分解能の向上
- d. 減弱の影響の低減
- e. 偶発同時計数の低減

問題 43 PET-CT 装置に対する PET-MR 装置の特徴はどれか。

- a. 冷却が不要
- b. 被ばくが少ない
- c. 放射線の遮蔽が不要
- d. 減弱補正の精度が良い
- e. モダリティ間の干渉が少ない

問題 44 PET で正しいのはどれか。2 つ選べ。

- a. ^{18}F 標識薬剤がデリバリー供給されている。
- b. 減弱補正には X 線 CT 画像のみが使用される。
- c. 3 次元データ収集は 2 次元データ収集より感度が高い。
- d. 検出器リング径が大きくなると空間分解能が良くなる。
- e. 頭部の検査で患者の呼吸性移動が問題になることがある。

問題 45 核医学イメージングの逐次近似型画像再構成法で正しいのはどれか。

- a. 散乱補正を行う必要がない。
- b. 事前に減弱補正する必要がある。
- c. 反復を繰り返すほどノイズが少なくなる。
- d. 事前情報を組み込んだ MAP 再構成法がある。
- e. NEMA 規格の PET 装置の空間分解能評価に使用できる。

問題 46 SPECT における不均一体に対する減弱補正で正しいのはどれか。2 つ選べ。

- a. Chang 法
- b. CTAC 法
- c. Sorenson 法
- d. TEW 法
- e. 外部線源法

問題 47 直径 20 cm の球体の中心で ^{99m}Tc の壊変により放出された 141 keV のガンマ線が減弱の影響を受けずに球体の外へ放出される確率に最も近いのはどれか。

ただし、球体の線減弱係数は 0.15 cm^{-1} とし、指数関数の計算値は下表を用いて良い。

x	-4.5	-3.0	-1.5	0	+1.5	+3.0	+4.5
$\exp(x)$	0.01	0.05	0.22	1	4.5	20	90

- a. 1%
- b. 5%
- c. 20%
- d. 45%
- e. 90%

問題 48 身長 170 cm、体重 60 kg の患者に ^{18}F FDG を 240 MBq 投与し、55 分後に全身撮像を行った。投与時刻に減衰補正した再構成画像の腫瘍部位に設置した関心領域の放射能濃度の最大値が $36.0 \text{ kBq} \cdot \text{mL}^{-1}$ であった。SUV_{max} はいくつか。

ただし ^{18}F の半減期は 110 分、人体の比重は $1.0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 、相互校正係数は $3.0 \text{ Bq} \cdot \text{cps}^{-1}$ 、とする。

- a. 3.0
- b. 6.0
- c. 9.0
- d. 12.0
- e. 18.0

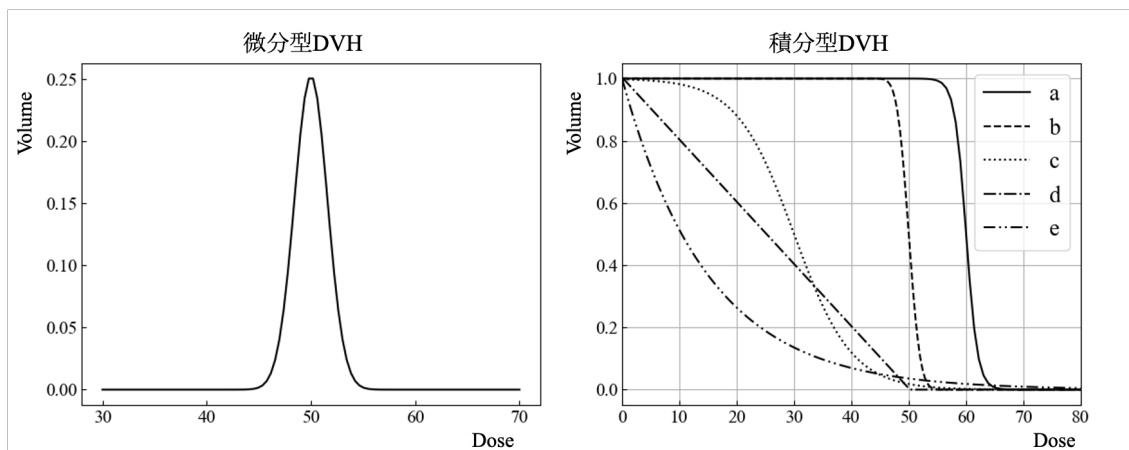
問題 49 NEMA 規格の PET 装置の性能測定法〈NU 2-2018〉の評価項目で正しいのはどれか。

- a. 均一性
- b. リカバリ係数
- c. 固有計数率特性
- d. 装置の遮へい能力
- e. PET-CT 重ね合せ精度

問題 50 ドーズキャリブレーションにおける使用者が行う始業点検項目で誤っているのはどれか。

- a. 電源電圧の確認
- b. 設置状況の確認
- c. 装置時刻の確認・調整
- d. バックグラウンドの測定
- e. 試料ホルダの破損の有無の確認

問題 51 微分型線量-体積ヒストグラム〈微分型 DVH〉（左図）に対応する積分型 DVH（右図）はどれか。



- a. a
- b. b
- c. c
- d. d
- e. e

問題 52 正しい極性効果補正係数 1.01 を誤って 1.10 とした場合、1 Gy の目標線量に対する実際の吸収線量 [Gy] で最も近いのはどれか。

- a. 0.92
- b. 0.99
- c. 1.01
- d. 1.09
- e. 1.11

問題 53 水に対する原子番号、原子量、密度の比がそれぞれ 1.1、1.1、1.2 である物質の深さ d における高エネルギー光子線の水等価深を求める式で正しいのはどれか。

- a. $0.83d$
- b. $0.91d$
- c. $1.10d$
- d. $1.20d$
- e. $1.32d$

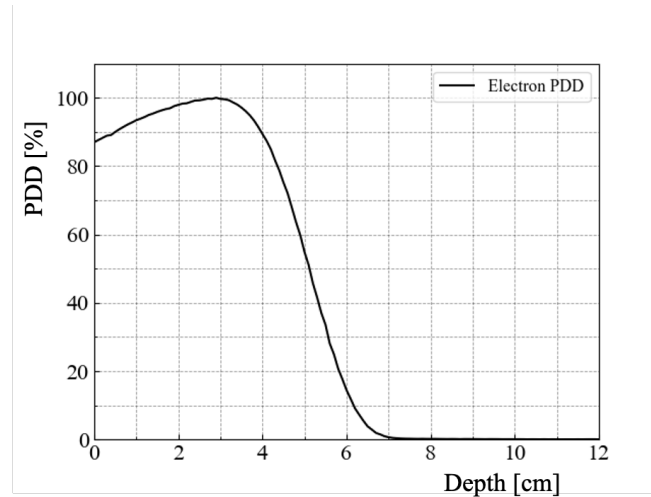
問題 54 TCP (tumor control probability: 腫瘍制御率) モデルを次式に示す。正しいのはどれか。

$$\ln P = -N_0 e^{-\alpha d - \beta d^2}$$

ただし、 α , β は 0 でない定数であり、 P は TCP、 d は線量、 N_0 は腫瘍細胞数の初期値とする。

- a. P は平均致死量と一致する。
- b. P は線量に対して線形である。
- c. $\alpha/\beta = 1$ を Linear モデルと呼ぶ。
- d. 腫瘍細胞が全て死滅する線量は $d = \alpha/\beta$ である。
- e. P は寡分割照射では通常の分割照射よりも大きい。

問題 55 図に SSD = 100 cm、照射野 10 cm × 10 cm における電子線の水に対する深部線量百分率（PDD）を示す。電子線の平均入射エネルギー [MeV] に最も近いのはどれか。



- a. 2
- b. 4
- c. 8
- d. 12
- e. 15

問題 56 リニアックグラフィーに関する記述で正しいのはどれか。2 つ選べ。

- a. 治療用ビームを用いた 2 次元照合画像に使用できる。
- b. 被写体の実効原子番号に反比例した強度画像となる。
- c. 光電効果が支配的なため、コントラストが高い画像が得られる。
- d. コンプトン散乱が支配的なため、コントラストが低い画像となる。
- e. 検出器のエネルギー応答の感度が高いため、kV 撮影よりも空間分解能が高い。

問題 57 治療機器で正しいのはどれか。

- a. RALS からの γ 線は、時間的に連続して照射することが可能である。
- b. リニアックからの X 線は、線量率を連続的に変えることが可能である。
- c. リニアックからの電子線は、エネルギーを連続的に変えることが可能である。
- d. シンクロトロンからの陽子線は、時間的に連続して取り出すことが可能である。
- e. サイクロトロンからの中性子線は、エネルギーを連続的に変えることが可能である。

問題 58 本邦における治療計画で最も適切なのはどれか。

- a. 上顎がんでは、おもに 15 MV 以上の高エネルギー X 線を用いる。
- b. 皮膚がんでは、おもに 10 MV 以上の高エネルギー X 線を用いる。
- c. 乳房接線照射では、おもに 15 MV 以上の高エネルギー X 線を用いる。
- d. 前立腺癌の IMRT では、おもに 6 MV 以上の高エネルギー X 線を用いる。
- e. 肺がんの体幹部定位照射では、おもに 10 MV 以上の高エネルギー X 線を用いる。

問題 59 AAPM TG-142 を用いたリニアックのビームプロファイルの平坦度・対称性の評価について、コミッショニング時の対称性・平坦度はともに 0.2% であり、これを基準値とした。翌年、点検を行ったところ、平坦度は 1.2%、対称性は -1.0% であった。年毎点検時の正しい評価はどれか。

- a. 平坦度 1.2% は 1% を超えるので許容できない。
- b. 平坦度と対称性の差は 2.2% なので許容できない。
- c. 対称性 -1.0% は -3% より絶対値が小さいので許容である。
- d. コミッショニング時からの平坦度の変化は 1% なので許容である。
- e. コミッショニング時からの対称性の変化は 1.2% なので許容である。

問題 60 放射性核種で β 線を治療に用いないのはどれか。

- a. ^{89}Sr
- b. ^{90}Y
- c. ^{131}I
- d. ^{177}Lu
- e. ^{223}Ra

問題 61 物理量と単位との組合せで正しいのはどれか。

- a. 断面積 _____ s^{-1}
- b. 壊変定数 _____ s
- c. 質量減弱係数 _____ $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$
- d. エネルギーフルエンス _____ J s^{-2}
- e. 質量エネルギー転移係数 _____ $\text{J m}^2 \text{kg}^{-1}$

問題 62 比例計数管で正しいのはどれか。2 つ選べ。

- a. α 線と β 線を弁別できる。
- b. ガス増幅率は $10^{10} \sim 10^{11}$ である。
- c. 中性子の計測では Q ガスを用いる。
- d. ガスフロー形は γ 線計測に特化する。
- e. 光量子を除去するために有機ガスを加える。

問題 63 NaI(Tl) シンチレータでエネルギースペクトル計測を行ったところ 1.17 MeV および 1.33 MeV に光電ピークを示した。対象核種で正しいのはどれか。

- a. ^{60}Co
- b. ^{125}I
- c. ^{131}I
- d. ^{137}Cs
- e. ^{192}Ir

問題 64 蛍光ガラス線量計で正しいのはどれか。

- a. RPL の発光波長ピークは複数ある。
- b. 過年使用では計測値が大きくなる。
- c. 紫外線によって蛍光中心が消失する。
- d. 高湿度中で保管すると感度が上昇する。
- e. 緑色レーザーの照射で赤色の蛍光を発する。

問題 65 液体シンチレータで正しいのはどれか。2 つ選べ。

- a. 溶媒が発光する。
- b. 酸素による発光阻害がある。
- c. 発光減衰時間は数 ms である。
- d. 第 1 溶質は波長シフトである。
- e. 発光以外に熱としてエネルギーを放出する。

問題 66 媒質中に空気が充填された大きな空洞（Bragg-Gray の空洞理論が成立しない空洞）で媒質中の吸収線量を表す式はどれか。

ただし、媒質中から空洞に入る二次荷電粒子の寄与は無視でき、空洞の大きさは空洞内で生じた二次電子の飛程よりも大きく、光子エネルギーフルエンスは空間的に一様とする。また、空洞中の吸収線量は D_{air} 、媒質は *med*、空気は *air*、質

量衝突阻止能は $\left(\frac{S_{col}}{\rho}\right)$ 、質量減弱係数は $\left(\frac{\mu}{\rho}\right)$ 、質量エネルギー吸収係数は

$\left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)$ 、質量エネルギー転移係数は $\left(\frac{\mu_{tr}}{\rho}\right)$ とする。

a. D_{air}

b. $D_{air} \frac{\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{med}}{\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{air}}$

c. $D_{air} \frac{\left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)_{med}}{\left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)_{air}}$

d. $D_{air} \frac{\left(\frac{\mu_{tr}}{\rho}\right)_{med}}{\left(\frac{\mu_{tr}}{\rho}\right)_{air}}$

e. $D_{air} \frac{\left(\frac{S_{col}}{\rho}\right)_{med}}{\left(\frac{S_{col}}{\rho}\right)_{air}}$

問題 67 BF_3 比例計数管による熱中性子の測定で正しいのはどれか。2 つ選べ。

- a. 壁効果によって γ 線を弁別できる。
- b. 入射中性子エネルギーを取得できる。
- c. 全エネルギーピークは Q 値と等しい。
- d. 天然 BF_3 のガスを使用すると検出効率が高くなる。
- e. 計数管内で生じた核反応で放出される粒子は ${}^7\text{Li}$ と α である。

問題 68 ラジオクロミックフィルムで正しいのはどれか。

- a. 酸化反応を利用する。
- b. 現像処理が必要である。
- c. 照射から測定までの時間は結果に影響しない。
- d. 重粒子線に対する LET 依存性は電離箱と同等である。
- e. ラジオグラフィックフィルムと比較してエネルギー依存性が小さい。

問題 69 半導体検出器に利用されているのはどれか。2 つ選べ。

- a. $\text{CsI}:\text{Tl}$
- b. $\text{ZnS}:\text{Ag}$
- c. CdZnTe
- d. $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$
- e. ダイヤモンド

問題 70 半径変位法で代替できる補正係数はどれか。

- a. P_{cav}
- b. P_{dis}
- c. P_{cel}
- d. P_{wall}
- e. P_{repl}

問題 71 画像 A と空間フィルタ B を下図に示す。画像 A に対して B の空間フィルタを用いて処理した場合に、フィルタ処理後の画素値 $a_{ij}(i = 2, j = 2)$ で正しいのはどれか。

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

画像A

1	2	1
2	4	2
1	2	1

空間フィルタB

- a. 4.5
- b. 5.0
- c. 5.5
- d. 50.0
- e. 80.0

問題 72 1 画素のサイズが $0.1 \times 0.1 \text{ mm}^2$ のフラットパネルディテクタ (FPD) で撮影した胸部 X 線画像のデータ量 [MB] に最も近いのはどれか。

ただし FPD の有効視野は $40 \times 40 \text{ cm}^2$ 、階調数は 16 bit とする。

- a. 16
- b. 32
- c. 64
- d. 128
- e. 256

問題 73 つぎの関係式で正しいのはどれか。2 つ選べ。

ただし、 e はネイピア数、 i は虚数単位、 $\cos$ は余弦関数、 $\sin$ は正弦関数、 θ は複素平面上における偏角を表す。

- a. $e^{i\theta} = \cos \theta - i \sin \theta$
- b. $e^{i\theta} = \sin \theta + i \cos \theta$
- c. $e^{i\theta} + e^{-i\theta} = 2\cos \theta$
- d. $e^{i\theta} - e^{-i\theta} = 2\sin \theta$
- e. $e^{-i\theta} = \cos \theta - i \sin \theta$

問題 74 正しいのはどれか。2 つ選べ。

- a. ヒストグラム均等化法は画像を平滑化する。
- b. ナイキスト周波数は標本化周波数の 2 倍になる。
- c. ウェーブレット変換は画像の多重解像度解析ができる。
- d. フーリエ変換で得られる周波数成分には実部と虚部がある。
- e. 実空間の畳み込み積分は周波数空間ではそれぞれの関数の平方根の和になる。

問題 75 2 進数 1011 と 1001 の積で正しいのはどれか。

- a. 1011 1001
- b. 1001 0110
- c. 0011 0001
- d. 0110 0011
- e. 1100 0110

問題 76 音声を標本化周波数 20 kHz、量子化ビット数 16 bit で 2 秒間サンプリングして音声データを取得した。この音声データのデータ量 [kB] はどれか。

ただし、1 kB は 1000 Byte とする。

- a. 10
- b. 20
- c. 40
- d. 80
- e. 160

問題 77 n の階乗($n!$)を返す関数 $f(n)$ の再帰的な記述はどれか。

- a. if $n=0$ then return 0 else return $n \times f(n - 1)$
- b. if $n=0$ then return 0 else return $n \times f(n + 1)$
- c. if $n=0$ then return 1 else return $n \times f(n - 1)$
- d. if $n=0$ then return 1 else return $n \times f(n)$
- e. if $n=0$ then return 1 else return $n \times f(n + 1)$

問題 78 表に受験者 1000 人の 5 科目の試験結果を示す。90 点以上の得点者が最も多かったと推定できる科目はどれか。

ただし、いずれの科目も得点分布が正規分布に従うものとする。

科目	平均点	標準偏差
科目 1	45	18
科目 2	60	30
科目 3	70	8
科目 4	75	5
科目 5	80	5

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

問題 79 機械学習における教師なし学習として用いられる手法はどれか。

- a. 判別分析
- b. 重回帰分析
- c. クラスタリング
- d. モンテカルロ法
- e. ロジスティック回帰

問題 80 ディープラーニングの学習に CPU に加えて GPU を使用するメリットで、最も適切なのはどれか。

- a. 行列演算を高速化できる。
- b. メモリの使用量を節約できる。
- c. クロック周波数が 100 倍高くなる。
- d. パイプラインの利用効率を高める。
- e. CPU と GPU のメモリを合算できる。

問題 81 放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則で定められている場所の測定で正しいのはどれか。

- a. 測定の結果を 5 年間保存する。
- b. 測定器の点検及び校正を 3 年毎に行う。
- c. 放射線の量は 70 マイクロメートル線量当量（率）について測定する。
- d. 作業室における汚染の状況の測定は 6 か月を超えない期間毎に 1 回行う。
- e. 放射線発生装置を固定して使用する場合、1 年を超えない期間毎に 1 回行う。

問題 82 放射線発生装置を使用する室で、人が常時出入りする出入口又はその付近に設けなければならないのはどれか。2 つ選べ。

ただし、室内において人が被ばくするおそれのある線量が実効線量で 1 週間につき 1 mSv を超えるものとする。

- a. 室内の放射線量を表示する設備
- b. 出入りする者を常時監視するための設備
- c. 装置を使用する旨を自動的に表示する装置
- d. 許可のない者の立入りを禁ずる旨を記載した標識
- e. 人がみだりに入ることを防止するインターロック

問題 83 放射線業務に常時従事する労働者に対する定期健康診断の項目で、電離放射線障害防止規則に定められていないのはどれか。

- a. 皮膚の検査
- b. 白内障に関する眼の検査
- c. 甲状腺刺激ホルモンの検査
- d. 白血球数及び白血球百分率の検査
- e. 赤血球数の検査及び血色素量又はヘマトクリット値の検査

問題 84 ^{131}I のみを使用する施設において、施設内の人が常時立入る場所と管理区域境界の表面密度の限度値 $[\text{Bq cm}^{-2}]$ の組合せで正しいのはどれか。

(人が常時立入る場所) (管理区域境界)

- a. 0.4 ————— 0.4
- b. 4 ————— 0.4
- c. 4 ————— 4
- d. 40 ————— 4
- e. 40 ————— 40

問題 85 医療法施行規則において設置後 10 日以内に届け出るのはどれか。

- a. 診療用エックス線装置
- b. 診療用放射線照射装置
- c. 診療用放射線照射器具
- d. 診療用放射性同位元素
- e. 診療用高エネルギー放射線発生装置

問題 86 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誤っているのはどれか。

- a. 一般病室 ————— 1.3 mSv / 3 月
- b. 管理区域の境界 ————— 1.3 mSv / 3 月
- c. 診療所の敷地の境界 ————— 250 μSv / 週
- d. 放射線業務従事者が常時立入る場所 ————— 1.0 mSv / 週
- 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 87 ICRP2007 年勧告の組織と加重係数との組合せで正しいのはどれか。2 つ選べ。

- a. 生殖腺 ————— 0.20
- b. 乳房 ————— 0.12
- c. 食道 ————— 0.05
- d. 残りの組織 ————— 0.05
- e. 唾液腺 ————— 0.01

問題 88 子宮内で放射線が誘発する組織反応、奇形、及び神経学的影響に対する線量しきい値 [mGy] はどれか。

- a. 1
- b. 10
- c. 50
- d. 100
- e. 200

問題 89 医療法施行規則で定められている線量限度で誤っているのはどれか。

- a. 4 月 1 日を始期とする実効線量限度は 1 年間につき 50 mSv
- b. 妊娠中である女子の腹部表面の等価線量限度は 1 mSv
- c. 緊急放射線診療従事者等に係る皮膚の等価線量限度は 1 Sv
- d. 眼の水晶体の等価線量限度は 4 月 1 日を始期とする 1 年間につき 50 mSv
- e. 妊娠する可能性がある女性は、4 月 1 日、7 月 1 日、11 月 1 日及び 1 月 1 日を始期とする実効線量限度は各三月間につき 5 mSv

問題 90 JIS に規定されている診断用 X 線装置の基本性能で正しいのはどれか。

- a. 管電流の誤差は±10%以内である。
- b. 管電圧の誤差は±20%以内である。
- c. X 線出力の再現性の誤差は 0.02 以下である。
- d. 撮影用タイマの誤差は± (10%+1 ms) 以内である。
- e. 管電流時間積の誤差は± (10%+0.1 mAs) 以内である。