

管理技術 II

放射性同位元素による放射線障害の防止に関する管理技術 II
(法律別表第 1 に掲げる課目 (2) ~ (6) 及び (7) を含む)

試験が始まる前に、このページの記載事項をよく読んでください。裏面以降の試験問題は、指示があるまで見てはいけません。

1 試験時間 : 13:30~14:45 (1 時間 15 分)

2 問題数 : 30 題 (10 ページ)

3 注意事項 :

- ① 机の上に出してよいものは、受験票、鉛筆又はシャープペンシル (HB 又は B)、鉛筆削り、消しゴム、時計 (計算機能・通信機能・辞書機能等の付いた時計は不可) に限ります。
- ② 計算機 (電卓)、定規及び下敷きの使用は認めません。
- ③ 不正行為等を防止するため、携帯電話等の通信機器は、必ず、電源を切ってカバン等の中にしまってください。
- ④ 問題用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁又は解答用紙の汚れなどに気付いた場合は、手を挙げて試験監督員に知らせてください。なお、試験問題の内容に関する質問にはお答えできません。
- ⑤ 試験終了の合図があったら、ただちに筆記用具を置いてください。
なお、試験監督員が解答用紙を集め終わるまで、席を離れてはいけません。
- ⑥ 問題用紙は持ち帰っていただいて結構です。
- ⑦ 不正行為を行った者は、受験を中止させ、退場を命じます。

4 解答用紙 (マークシート) の取扱いについて :

- ① 解答用紙を折り曲げたり汚したりしないでください。また、所定の欄以外の余白には、何も記入しないでください。
- ② 筆記用具は、鉛筆又はシャープペンシル (HB 又は B) を使用してください。また、記入を訂正する場合は、消しゴムできれいに消してください。
- ③ 解答用紙の所定の欄に氏名・受験地・受験番号を忘れずに記入してください。特に、受験番号は受験票と照合して間違えないよう記入してください。
- ④ 解答は、1 つの問いに対して、1 つだけ選択 (マーク) してください。2 つ以上選択している場合は、採点されません。

次の各問について、1から5までの5つの選択肢のうち、適切な答えを1つだけ選び、注意事項に従って解答用紙に記入せよ。

問1 次の量と単位の関係のうち、正しいものの組合せはどれか。

- | | | | |
|---|-------------|---|-----------------------------|
| A | 壊変定数 | - | s^{-1} |
| B | 照射線量 | - | $J \cdot kg^{-1}$ |
| C | カーマ | - | $J \cdot kg^{-1}$ |
| D | 質量エネルギー吸収係数 | - | $m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s$ |
| E | 反応断面積 | - | m^2 |

- 1 ABCのみ 2 ACEのみ 3 ADEのみ 4 BCDのみ 5 BDEのみ

問2 K殻の軌道電子に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 主量子数は1である。
- B 原子核との結合エネルギーは、他の電子殻の軌道電子よりも大きい。
- C 電子数は、1原子当り1個である。
- D オージェ電子として放出されることがある。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問3 放射線に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A α 粒子は陽子2個、中性子2個、及び電子2個からなる。
- B 電子と陽電子は進行方向と直交する静磁場中で、互いに逆方向に曲げられる。
- C γ 線の速度はX線の速度よりも大きい。
- D 熱中性子は間接電離放射線である。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問4 放射性核種に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

A ^{60}Co は β^- 壊変をする。

B ^{90}Sr は α 壊変をする。

C ^{125}I はEC壊変をする。

D ^{137}Cs は β^- 壊変をする。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問5 無担体の放射性核種 1.0 nmol の放射能を測定したところ、5.0 MBq であった。この核種の半減期[年]として、最も近い値は、次のうちどれか。

1 0.7 2 2.6 3 4.4 4 6.3 5 9.1

問6 1 MeVの γ 線のエネルギーが対象物質に全て吸収されたときに生じる変化について、その数が多い順に並べられているものは、次のうちどれか。ただし、乾燥空気のW値を34 eV、ゲルマニウム結晶の ϵ 値を3.0 eV、およびフリッケ線量計のG値を15.5とする。

A 乾燥空気に吸収された際に生じる電子-イオン対の数

B ゲルマニウム結晶に吸収された際に生じる電子-正孔対の数

C フリッケ線量計の溶液に吸収された際に生じる Fe^{3+} の数

1 A>B>C 2 B>A>C 3 B>C>A 4 C>A>B 5 C>B>A

問7 光電効果に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

A γ 線のエネルギーと光電子のエネルギーは等しい。

B γ 線の運動量はすべて光電子に与えられる。

C γ 線を吸収する確率は、より内殻の電子の方が大きい。

D 光電効果の断面積は物質の原子番号の5乗にほぼ比例する。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 8 荷電粒子によるエネルギー付与に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A エネルギー付与は飛跡に沿ってランダムに起きる。
- B エネルギー付与が起きる確率は粒子のエネルギーに比例する。
- C イオン対生成に必要なエネルギーの平均値をQ値と呼ぶ。
- D 飛跡の単位長さあたりに物質へ与えるエネルギーをLETと呼ぶ。
- E 荷電粒子と物質との相互作用によって、光子が生成することがある。

- 1 ABEのみ 2 ACDのみ 3 ADEのみ 4 BCDのみ 5 BCEのみ

問 9 ^{137}Cs 線源から放出された γ 線のコンプトン散乱において、反跳電子の最大エネルギー [keV] に最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 184 2 331 3 478 4 511 5 662

問 10 端窓型 GM 計数管による β 線源の放射能測定において、線源支持台による後方散乱の影響を調べるため、線源と GM 計数管との距離を一定に保ちながら線源支持台を厚くしていった。このとき計数率はどのような変化を示すか。次のうち正しいものはどれか。

- 1 低下し、やがて一定値となる。
- 2 低下し、のちに上昇してゆく。
- 3 低下と上昇を繰り返しながら、やがて一定値となる。
- 4 上昇し、やがて一定値となる。
- 5 上昇し、のちに低下してゆく。

問14 ある試料を10分間測定したとき、計数率は毎分360カウントであった。計数率の相対標準偏差[%]として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 1.0 2 1.7 3 2.2 4 3.4 5 5.2

問15 4.0 TBqの ^{192}Ir 線源が厚さ5 cmの鉛容器に保管されている。線源から2.0 m離れた点の実効線量率 $[\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}]$ として、最も近い値は次のうちどれか。ただし、 ^{192}Ir の実効線量率定数を $0.12 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 、 ^{192}Ir の γ 線に対する鉛5 cmの実効線量透過率を 5.0×10^{-4} とする。

- 1 0.06 2 0.3 3 0.6 4 30 5 60

問16 ある γ 線に対する鉛の線減弱係数が 1.2 cm^{-1} であった場合、線量率を $1/4$ にするのに必要な鉛の厚さ[cm]として最も近い値は、次のうちどれか。ただし、ビルドアップは無視するものとする。

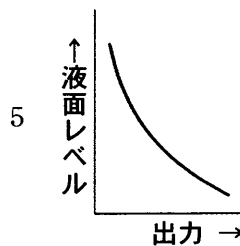
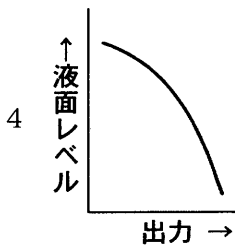
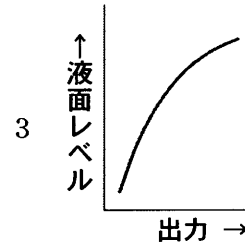
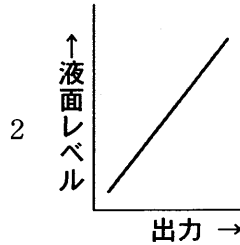
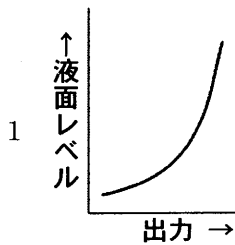
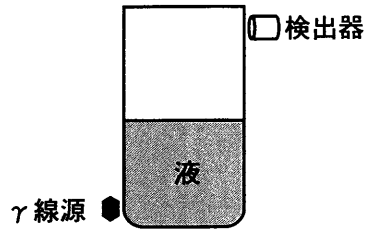
- 1 0.29 2 0.58 3 1.2 4 1.8 5 2.4

問17 放射線の遮蔽に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A ^{90}Y β 線の場合、厚さ2 mmのアルミニウムで遮蔽できる。
- B ^{210}Po α 線の場合、厚さ0.2 mmのゴム手袋で遮蔽できる。
- C ^{137}Cs γ 線の場合、厚さ5 cmの鉛よりも厚さ5 cmの鉄の方が、遮蔽効果が大きい。
- D ^{252}Cf 中性子(平均エネルギー2.2 MeV)の場合、厚さ30 cmの鉛よりも厚さ30 cmの普通コンクリートの方が、遮蔽効果が大きい。

- 1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 18 下図に示す透過形 γ 線レベル計において、検出器出力（横軸）と液面レベル（縦軸）との関係が、線形グラフ上で最も適切に表されているものは、次のうちどれか。なお、 γ 線源、検出器ともにその位置は固定されている。



問 19 放射性同位元素を装備した機器と放射線源の組合せとして、正しいものはどれか。

- | | | | |
|---|-----------|---|-----------------------|
| A | 水分計 | - | ^{241}Am -Be |
| B | 厚さ計 | - | ^{85}Kr |
| C | 静電除去装置 | - | ^{210}Po |
| D | ガスクロマトグラフ | - | ^{63}Ni |
- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問20 次の放射性核種のうち、放出されるβ線の最大エネルギーが最も小さいものはどれか。

- 1 ^3H
- 2 ^{14}C
- 3 ^{32}P
- 4 ^{63}Ni
- 5 ^{147}Pm

問21 放射線業務従事者の個人線量計の取扱いに関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 管理区域の中で保管すること。
- B 自分の線量計が見当たらないときは、他人の線量計を借りて装着すること。
- C 防護エプロンを着用したときは、その内側に装着すること。
- D 管理区域においては、放射線作業を行わない場合でも装着すること。

- 1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問22 個人線量計に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 熱ルミネセンス線量計(TLD)は高温加熱処理しても再利用できない。
- B 蛍光ガラス線量計は繰り返し読み取りができない。
- C OSL線量計は輝尽発光を利用している。
- D 固体飛跡検出器は中性子の計測に用いられている。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問23 成人の臓器・組織について、放射線感受性が高い順に並んでいるものは次のうちどれか。

- 1 生殖腺 > 肝臓 > 骨
- 2 脳 > 唾液腺 > 皮膚
- 3 胸腺 > 筋肉 > 水晶体
- 4 小腸 > 甲状腺 > 胸腺
- 5 骨髄 > 結合組織 > 毛細血管

問24 倍加線量に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 生物種に関係なく一定の値を示す。
- B 生物効果比 (RBE) を2倍にする線量である。
- C 突然変異発生率を自然発生率の2倍にするのに要する線量である。
- D この値が大きいほど遺伝性 (的) 影響は起こりにくい。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問25 γ 線に全身が均等被ばくした場合に、次の臓器・組織のうち、確率的影響の起こりやすさを考慮して定められた組織加重係数 (ICRP2007年勧告値) が最も大きいものはどれか。

- 1 肝臓
- 2 骨髄 (赤色)
- 3 生殖腺
- 4 甲状腺
- 5 皮膚

問26 内部被ばくにおける放射性核種とその主な集積部位の組合せのうち、正しいものはどれか。

- A ^{32}P - 骨
- B ^{45}Ca - 肝臓
- C ^{55}Fe - 肺
- D ^{90}Sr - 骨
- E ^{131}I - 甲状腺

- 1 ABEのみ 2 ACDのみ 3 ADEのみ 4 BCDのみ 5 BCEのみ

問27 細胞の放射線に対する生存曲線に関する次の記述のうち、適切なものの組合せはどれか。

- A 細胞の生存率が線量増加に対して減少する様子を示している。
- B 生存率を示す縦軸も放射線の線量を示す横軸も対数で表す。
- C 低線量域における線量増加に対して、生存率がほとんど変化しない肩をもつことがある。
- D 同じ細胞に異なる種類の放射線を照射しても、生存曲線の傾きは変わらない。
- E 同じ細胞に異なる線量率の放射線を照射しても、生存曲線の傾きは変わらない。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとD 4 CとE 5 DとE

問28 晩発性の放射線障害として、正しいものは次のうちどれか。

- A 一時的不妊
- B 乾性落屑^{せつ}
- C 再生不良性貧血
- D 骨腫瘍
- E 下痢

- 1 AとB 2 AとE 3 BとD 4 CとD 5 CとE

問29 γ 線数Gyの急性全身被ばく後1週間くらいで、末梢血中^{しよ}で顕著に減少するものは、次のうちどれか。

- A リンパ球
- B 赤血球
- C 好中球
- D 血小板

- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問30 自然放射線による被ばくに対する寄与の大きい順に並んでいるのは、次のうちどれか。

A 食品から摂取される ^{40}K

B 宇宙放射線により大気中で生成される ^{14}C

C 空気中に存在する ^{222}Rn とその子孫核種（壊変生成核種）

1 $A > B > C$ 2 $A > C > B$ 3 $B > A > C$ 4 $C > A > B$ 5 $C > B > A$

