

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 (9 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入れてください。
- 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、記入欄以外の余白及び裏面には、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 カーマ - $J \cdot kg$
B 実効線量 - $J \cdot kg$
C 照射線量 - $C \cdot kg^{-1}$
D 粒子フルエンス - m^{-2}

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問2 放射平衡が成立し得る親核種-娘核種の組として、正しいものの組合せは、次のうちどれか。

- A $^{90}Sr-^{90}Y$ B $^{99m}Tc-^{99}Tc$ C $^{137}Cs-^{137m}Ba$ D $^{239}Pu-^{235}U$

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問3 光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 質量はゼロである。
B 運動量はゼロである。
C エネルギーはゼロである。
D 電荷はゼロである。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問4 放射性核種を半減期の短い順に並べてあるものは、次のうちどれか。

- 1 ^{18}F < ^{137}Cs < ^{131}I < $^{99\text{m}}\text{Tc}$ < ^{90}Sr
2 ^{18}F < $^{99\text{m}}\text{Tc}$ < ^{131}I < ^{90}Sr < ^{137}Cs
3 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ < ^{18}F < ^{90}Sr < ^{137}Cs < ^{131}I
4 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ < ^{131}I < ^{18}F < ^{137}Cs < ^{90}Sr
5 ^{131}I < ^{90}Sr < ^{137}Cs < ^{18}F < $^{99\text{m}}\text{Tc}$

問5 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 線エネルギーがK軌道電子の結合エネルギーよりも高い場合、K軌道電子に対する断面積の方が、L軌道電子に対するものよりも大きい。
B 原子断面積は、 γ 線エネルギーにほとんど依存しない。
C 原子断面積は、おおよそ原子番号の5乗に比例する。
D 光電子は、連続エネルギー分布を示す。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問6 β 線と物質との相互作用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 β 線は、物質の中で直進する。
B β 線は、物質の原子番号が大きいほど後方散乱しやすい。
C β 線のエネルギーが高いほど、制動放射によるエネルギー損失の寄与が大きい。
D β 線の比電離は、同じエネルギーの α 線の場合よりはるかに大きい。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問7 次の原子核のうち、速中性子との弾性散乱による反跳エネルギーの高いものから順に並べられているものはどれか。

- 1 ${}^1\text{H} > {}^{10}\text{B} > {}^{23}\text{Na} > {}^{206}\text{Pb}$
- 2 ${}^{10}\text{B} > {}^{206}\text{Pb} > {}^1\text{H} > {}^{23}\text{Na}$
- 3 ${}^{23}\text{Na} > {}^1\text{H} > {}^{10}\text{B} > {}^{206}\text{Pb}$
- 4 ${}^{206}\text{Pb} > {}^{10}\text{B} > {}^{23}\text{Na} > {}^1\text{H}$
- 5 ${}^{206}\text{Pb} > {}^{23}\text{Na} > {}^{10}\text{B} > {}^1\text{H}$

問8 ${}^{60}\text{Co}$ 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。

- 1 930 2 1,020 3 1,120 4 1,170 5 1,330

問9 各種放射線の水中でのLETについて、その値の低いものから順番に並んでいるのはどれか。

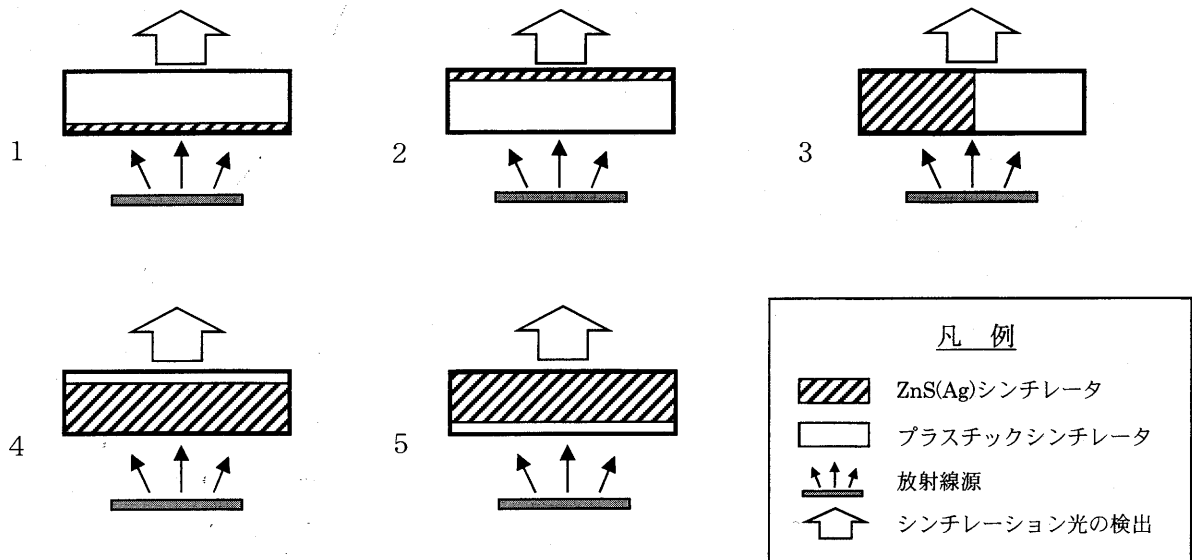
A 10 keV 電子 B 100 keV 電子 C ${}^{60}\text{Co}$ γ 線 D 1 MeV 陽子 E 10 MeV α 粒子

- 1 A < B < C < D < E
- 2 B < C < A < E < D
- 3 C < B < A < D < E
- 4 D < E < C < A < B
- 5 E < D < B < C < A

問10 電離箱で8 pAの電流が得られた。このとき、電離箱の中で毎秒生成しているイオン対の個数として最も近い値は、次のうちどれか。ただし、電気素量は 1.6×10^{-19} Cとし、また、生成電荷は完全に電極に収集されるものとする。

- 1 1×10^3 2 2×10^4 3 3×10^5 4 4×10^6 5 5×10^7

問 11 α 線と β 線を区別して測定できるホスウィッチ形シンチレーション検出器に用いられるシンチレータの構造として最も近いものは、次のうちどれか。



問 12 統計誤差(相対標準偏差)が4%となる計数値は、次のうちどれか。

- 1 100 2 250 3 400 4 525 5 625

問 13 次の放射線検出器と放射線の組合せのうち、出力信号に放射線のエネルギー情報を持たない場合はどれか。

- | | | | |
|---|--------------------|---|------------|
| 1 | Si 半導体検出器 | - | α 線 |
| 2 | 比例計数管 | - | 特性 X 線 |
| 3 | GM 計数管 | - | β 線 |
| 4 | 液体シンチレーション検出器 | - | β 線 |
| 5 | NaI(Tl)シンチレーション検出器 | - | γ 線 |

問 14 密封線源とその線源を使用する際に携帯すべきサーベイメータの組合せとして、正しいものは次のうちどれか。

A ^{60}Co - ZnS(Ag)シンチレーション式

B ^{90}Sr - GM 管式

C ^{147}Pm - NaI(Tl)シンチレーション式

D ^{252}Cf - BF_3 比例計数管式

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 15 高純度 Ge 半導体検出器による γ 線測定に関する記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

A エネルギー分析にマルチチャンネル波高分析器を用いる。

B 複数の核種を同時に定量することができる。

C 電子対生成を起こすエネルギーの γ 線では全吸収ピークは観測されない。

D 主増幅器(比例増幅器)の時定数は数 ms 程度である。

E 検出器が冷却されていない状態で高電圧をかけると、半導体結晶を損傷する。

1 AとB 2 AとC 3 BとD 4 CとE 5 DとE

問 16 個人被ばく管理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 実効線量限度は、確定的影響に関する制限から定められている。

B 外部被ばくに係わる線量としては、3 mm 線量当量を測定する。

C 成人の内部被ばくに係わる線量としては、放射性同位元素の摂取後 50 年間における総線量を算定する。

D 外部被ばくに係わる線量と内部被ばくに係わる線量とを合算する。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 17 ^{90}Sr 線源を 0.5 cm 厚の蓋付きの鉛容器に収納して、この容器の外側から GM 管式サーベイメータで測定したところ、バックグラウンドより有意に高い値が検出された。検出された放射線は、次のうちどれか。

- 1 β 線
- 2 γ 線
- 3 β 線と制動放射線
- 4 制動放射線
- 5 β 線と γ 線

問 18 ICRP の 2007 年勧告における放射線加重係数と組織加重係数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 光子と電子の放射線加重係数は同じ値である。
B 陽子と α 粒子の放射線加重係数は同じ値である。
C 組織加重係数の総和は 1 である。
D 脳の組織加重係数は 0.01 である。
- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問 19 自然放射線による年間被ばく線量についての世界平均の値(実効線量)が国連科学委員会(UNSCEAR)の 2008 年報告に記載されている。値の大きい順に並んでいるのは、次のうちどれか。

- A ラドン壊変生成物などの吸入による被ばく
B 宇宙線による被ばく
C 大地からの被ばく
D カリウムなどの経口摂取による被ばく
- 1 A > D > B > C
2 B > C > A > D
3 C > A > D > B
4 D > B > C > A
5 A > C > B > D

問 20 次の放射性核種のうち、紙を測定対象とした厚さ計によく利用されている核種はどれか。

- 1 ^{57}Co 2 ^{63}Ni 3 ^{85}Kr 4 ^{192}Ir 5 ^{252}Cf

問 21 次の放射性核種のうち、壊変で γ 線を放出しないものの組合せはどれか。

- A ^{14}C B ^{36}Cl C ^{90}Sr D ^{131}I E ^{241}Am
1 ABCのみ 2 ABEのみ 3 ADEのみ 4 BCDのみ 5 CDEのみ

問 22 放射性同位元素利用機器と密封線源に関する次の組合せのうち、正しいものはどれか。

- A レベル計 - $^{63}\text{Ni}, ^{241}\text{Am}$
B 蛍光 X 線分析装置 - $^{55}\text{Fe}, ^{109}\text{Cd}$
C 厚さ計 - $^{147}\text{Pm}, ^{241}\text{Am}$
D 非破壊検査装置 - $^{60}\text{Co}, ^{192}\text{Ir}$
E 密度計 - $^{57}\text{Co}, ^{68}\text{Ge}$
1 ABCのみ 2 ABEのみ 3 ADEのみ 4 BCDのみ 5 CDEのみ

問 23 個人被ばく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は、被ばく量を読み取ると、素子に蓄積された線量情報が失われる。
B OSL 線量計には、作業中に被ばく量が一定値に達した際に警報の鳴るものがある。
C 電子式線量計には、シリコン半導体検出器を利用したものがある。
D 蛍光ガラス線量計は、放射線照射によるガラスの着色濃度を読み取る。
1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問 24 次の組織・臓器の組合せのうち、放射線の致死感受性の高い順に並んでいるものはどれか。

- | | | | | | |
|---|-------|---|------|---|-----|
| 1 | リンパ組織 | > | 骨格筋 | > | 骨髄 |
| 2 | 胃 | > | 卵巣 | > | 肝臓 |
| 3 | 小腸 | > | 神経組織 | > | 胸腺 |
| 4 | 骨髄 | > | 大腸 | > | 骨組織 |
| 5 | 皮膚 | > | 脂肪組織 | > | 精巣 |

問 25 胎内被ばく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 着床前期までに被ばくとすると胚(受精卵)の死亡が起こる。
- B 胎児期の被ばくにより奇形の発生率は高くなる。
- C 器官形成期の被ばくにより精神発達遅滞が起こる。
- D 確率的影響が発生する可能性がある。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問 26 放射性核種の内部被ばくによる発がん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 ^{137}Cs は、全身に分布して多くのがんの原因となる。
- B ^{90}Sr は、骨に沈着しやすく骨腫瘍の原因となる。
- C ^{32}P は、骨や骨髄に沈着して骨腫瘍や白血病の原因となる。
- D ^{241}Am は、骨に沈着して骨腫瘍の原因となる。

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

問 27 放射線被ばくによる確率的影響の原因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 ゲノムの不安定性は発がんや遺伝性(的)影響の誘因となる。
- B 発がんは体細胞の突然変異が原因となって起こる。
- C 遺伝性(的)影響は被ばく線量が大きいと重篤度が増す。
- D 遺伝性(的)影響は生殖細胞の増殖死が引き金となって起こる。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問 28 放射線被ばく後の細胞に起こり得る現象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 細胞周期の分裂期で停止した状態となる分裂促進が観察される。
- B 被ばく後分裂を繰り返した子孫の細胞で突然変異頻度が上昇する現象の原因として、ゲノム不安定性が考えられる。
- C 照射された細胞の周囲にある照射を受けていない細胞にも影響を及ぼすバイスタンダー効果が観察される。
- D あらかじめ低線量の被ばくを受けると、一定の時間が経過した後の高線量被ばくに対して放射線抵抗性を示す適応応答が観察される。

- 1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACDのみ 4 BCDのみ 5 ABCDすべて

問 29 放射線の間接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 間接効果では、無機ラジカルよりも有機ラジカルの寄与が大きい。
- B 水の放射線分解によって生じたOHラジカルの間接効果への寄与は少ない。
- C ラジカルスカベンジャーにより間接効果が減少する。
- D X線照射された哺乳類細胞では、間接効果の方が直接効果より大きい。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 30 放射線による染色体異常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 染色体の構造異常の一つである転座は安定型異常に分類される。
- B 染色体数の異常を起こす頻度は、染色体構造の異常を起こす頻度よりも多い。
- C 染色体異常の誘発頻度は、放射線の被ばく線量の推定に用いられる。
- D 染色体異常は細胞分裂を繰り返した子孫の細胞に引き継がれることはない。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

