

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として、正しいものの組合せはどれか。

- A 預託等価線量 - Sv·y
 - B カーマ - Gy
 - C 1 cm 線量当量 - Sv·h⁻¹
 - D 吸収線量 - Gy
- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問2 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A EC 壊変により、原子核からニュートリノが放出される。
 - B β^+ 壊変により、原子核からニュートリノが放出される。
 - C 核異性体転移による γ 線放出と内部転換電子放出は競合する。
 - D 自発核分裂により、中性子が放出される。
- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問3 壊変定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 壊変定数 λ と半減期 T との関係は、 $\lambda=1/T$ である。
 - B 分岐壊変の部分壊変定数 λ_1 、 λ_2 と全体の壊変定数 λ との関係は、 $1/\lambda=1/\lambda_1+1/\lambda_2$ である。
 - C 壊変定数は高温高圧下では大きくなる。
 - D 壊変定数は原子核1個が単位時間当たりに壊変する確率を表している。
 - E 放射平衡が成立するための条件は、親核種の壊変定数が娘核種の壊変定数よりも小さいときである。
- 1 AとB 2 AとE 3 BとC 4 CとD 5 DとE

問4 次の粒子の静止質量を比べる関係式のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 電子 = 陽電子
- B 電子 > ニュートリノ
- C 陽子 > 中性子
- D α 粒子 = ヘリウム原子

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問5 土壌に含まれる¹³⁴Csと¹³⁷Csの放射能が同じであった場合、1年後の放射能比(¹³⁴Cs/¹³⁷Cs)として最も近い値は次のうちどれか。ただし、¹³⁴Csの半減期は2年とする。

- 1 0.6 2 0.7 3 0.9 4 1.2 5 1.4

問6 次の文章の□の部分に入る数値として、適切な組合せは次のうちどれか。

重荷電粒子に対する物質の阻止能は、非相対論的領域において、おおよそ、物質の原子番号の

A 乗に比例し、荷電粒子の電荷の B 乗に比例し、速度の C 乗に比例する。

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

問7 ¹³⁷Cs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。

- 1 180 2 330 3 480 4 510 5 660

問8 放射線の相互作用に関する記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A ある物質を電離するのに必要なエネルギーは、励起するのに必要なエネルギーよりも大きい。
- B 気体のW値は、ほとんどの気体で10 keVよりも大きい。
- C コンプトン効果で散乱された光子の波長は、入射した光子の波長よりも長い。
- D クライナー-仁科の式は、光電効果の確率(微分断面積)を表している。

- 1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問9 放射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 α 線は物質中ではほとんど直進する。
- B β 線は α 線に比べて制動放射線を発生させやすい。
- C γ 線は原子番号の小さい物質中ほど、光電効果を起こしやすい。
- D 中性子が1回の弾性散乱で失うエネルギーは、衝突する原子核の質量が小さいほど大きい。

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

問10 次の放射線検出器と測定原理の組合せのうち、正しいものはどれか。

- A ガスフロー型比例計数管 — 電子-正孔対の数に比例したパルス数の測定
- B 半導体検出器 — 空乏層で起こる電離にともなうパルス波高の測定
- C シンチレーション検出器 — 吸収エネルギーに比例した蛍光(発光量)の測定
- D 電離箱 — 電子-イオン対の数に比例した電流の測定

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

問11 GM計数管の使用電圧の設定に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- 1 プラト一部分に入る手前の放電を起こし始める電圧領域に設定する。
- 2 プラト一部分の中で最も低電圧側に設定する。
- 3 プラト一部分の低い方から1/3程度の電圧に設定する。
- 4 プラト一部分の中で最も高電圧側に設定する。
- 5 プラト一部分を超えて連続放電を起こす電圧に設定する。

問 12 GM サーベイメータを用い、時定数を 10 s に設定して汚染検査を行ったところ、1,200 cpm の計数率が得られた。この計数率の相対誤差[%]として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 1 2 3 3 5 4 8 5 12

問 13 イメージングプレート(IP)に関する記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 発光材として BaF₂ シンチレータが用いられる。
- B 結晶解析(X線測定)に用いられる。
- C 電子顕微鏡(電子線測定)に用いられる。
- D 放射線照射(露光)から読み取り操作までの時間が長いとフェーディングが起きる。

- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問 14 放射線計測に用いられるシンチレータに関する記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A プラスチックシンチレータの蛍光寿命は、NaI(Tl)よりも短い。
- B CsI(Tl)の蛍光ピーク波長は、NaI(Tl)よりも短い。
- C BGOの密度は、NaI(Tl)よりも大きい。
- D LaBr₃(Ce)の吸収エネルギー当たりの発光量(光子数)は、NaI(Tl)よりも大きい。

- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問 15 次のγ線検出器のうち、エネルギー分解能が最も高いものはどれか。

- 1 プラスチックシンチレーション検出器
- 2 BGO シンチレーション検出器
- 3 LaBr₃(Ce)シンチレーション検出器
- 4 Ge 半導体検出器
- 5 CdTe 半導体検出器

問 16 外部被ばく線量測定のための実用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 1 cm 線量当量は、実効線量の実用量として用いられる。
- B 皮膚の等価線量は、3 mm 線量当量で表される。
- C 70 μm 線量当量の単位は、Sv である。
- D 個人被ばく線量計の校正に ICRU 球が用いられる。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

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 α 線は、厚さ 0.3 mm 程度のゴム手袋で遮蔽される。
- B γ 線は原子番号の大きい物質で遮蔽する方が効果的である。
- C 高エネルギーの β 線には、制動放射線に対する遮蔽は必要ない。
- D 中性子の遮蔽には、通常、鉛が使用される。

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

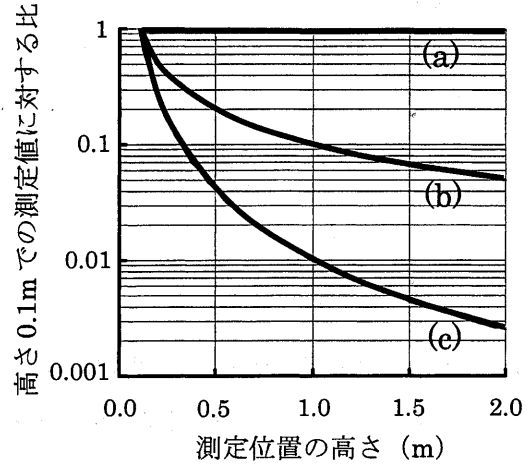
問 18 次の文章の A ~ E に該当する語句について、正しいものの組合せはどれか。

放射線防護のための線量として、組織・臓器の A に B を乗じた C があり、各組織・臓器の被ばく線量の評価に用いられる。更にその C に、D をかけて得た値をすべての組織・臓器について合計したものが E である。

	A	B	C	D	E
1	照射線量	線質係数	臓器線量	組織加重係数	等価線量
2	照射線量	放射線加重係数	等価線量	組織加重係数	実効線量
3	吸収線量	線質係数	実効線量	生物学的効果比	等価線量
4	吸収線量	放射線加重係数	臓器線量	生物学的効果比	実効線量
5	吸収線量	放射線加重係数	等価線量	組織加重係数	実効線量

問 19 γ 線の線源が地面に点線源及び面線源(一様に分布した線源)として存在する場所において、サーベイメータを用いてそれぞれ高さを変えて γ 線による線量率を測定したとき、測定結果の傾向として最も近いものの組合せは次のうちどれか。ただし、面線源は無限の広がりをもつものとし、また、空気による γ 線の減衰は無視する。

	点線源	面線源
1	(a)	(c)
2	(b)	(c)
3	(c)	(a)
4	(c)	(b)
5	(c)	(c)



問 20 放射性同位元素利用機器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 厚さ計には放射線の透過作用を利用したものがある。
- B 水分計には放射線の散乱作用を利用したものがある。
- C ガスクロマトグラフ用 ECD は放射線の電離作用を利用したものである。
- D 密度計には放射線の透過作用を利用したものがある。

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

問 21 線源から放出される主要な γ 線のエネルギーが、高い順に正しく並んでいるものは、次のうちどれか。

- 1 ^{137}Cs > ^{241}Am > ^{60}Co > ^{192}Ir
- 2 ^{137}Cs > ^{60}Co > ^{192}Ir > ^{241}Am
- 3 ^{241}Am > ^{60}Co > ^{137}Cs > ^{192}Ir
- 4 ^{60}Co > ^{137}Cs > ^{192}Ir > ^{241}Am
- 5 ^{60}Co > ^{241}Am > ^{137}Cs > ^{192}Ir

問 22 利用機器—線源—放射線の種類の組合せとして適切なものは次のうちどれか。

- A レベル計 — ^{137}Cs — γ 線
- B ECD ガスクロマトグラフ — ^{63}Ni — β 線
- C 厚さ計 — ^{85}Kr — β 線
- D 非破壊検査装置 — ^{60}Co — β 線
- E 密度計 — ^{241}Am — α 線

- 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)はフェーディングの影響を無視できる。
- B 蛍光ガラス線量計は繰り返し読み取りが可能である。
- C フィルムバッジはエネルギー特性がよい。
- D OSL 線量計は、最大 10 Sv 程度までの線量を測定できる。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 24 放射性物質の生物学的半減期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 核種の化学形により異なる。
- B 生物効果比(RBE)により異なる。
- C 組織によって異なる。
- D 預託線量の計算の基礎となる。

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

問 25 放射線による DNA 損傷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 電離放射線では、紫外線とは異なるタイプの損傷が生じる。
- B DNA 1 本鎖切断は 2 本鎖切断より突然変異の原因になりにくい。
- C 損傷の種類によらず同じ修復機構で修復される。
- D DNA 損傷は、細胞周期の進行を妨げない。
- E フリーラジカルを介した間接作用によっても生じる。

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

問 26 放射線の人体への影響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 確率的影響では被ばく線量に応じて重篤度が増す。
- B 遺伝性(的)影響は確率的影響である。
- C 悪性腫瘍^{しゅよう}は身体的影響である。
- D 生殖細胞に起こる障害はすべて確定的影響である。
- E 胎内被ばくによる奇形は遺伝性(的)影響である。

1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとE 5 DとE

問 27 ストロンチウム 90 の物理的半減期は 28 年、生物学的半減期は 50 年とすると、有効半減期[年]として最も近い値は、次のうちどれか。

1 18 2 22 3 28 4 39 5 50

問 28 内部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 血管造影剤として用いられた二酸化トリウムは胃がんの発生率を高めた。
- B ラドン子孫核種の吸入によって、肺がんのリスクが高まる。
- C 放射性ストロンチウムが体内に入ると、骨の悪性腫瘍^{しゅよう}発生のリスクが高まる。
- D 放射性ヨウ素は主に甲状腺に集積し、甲状腺がんのリスクが高まる。
- E 放射性セシウムは体内に入ると、主に脂肪組織に集積する。

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

問 29 細胞の放射線感受性の修飾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 放射線により生成されるラジカルの致死作用は、ラジカルスカベンジャーと反応することによって軽減される。
- B SH 基を有する化合物は放射線防護作用を有する。
- C 放射線と温熱の併用による増感効果は、臨床的にも応用されている。
- D 細胞を低 LET 放射線で照射するとき、放射線感受性は酸素分圧の増加に伴って低下する。

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

問 30 次のうち、低線量被ばくと密接に関連すると考えられているものの組合せはどれか。

A 光回復

B 適応応答

C バイスタンダー効果

D 分子死

1 AとB

2 AとC

3 BとC

4 BとD

5 CとD

