

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

(法律別表第一に掲げる課目第二号から第六号及び第七号を含む)

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 線エネルギー吸収係数 - $\text{MeV}\cdot\text{m}^{-1}$
B 散乱断面積 - m^2
C 質量阻止能 - $\text{MeV}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^2$
D 飛程 - $\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-1}$
- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問2 ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ の一核子当たりの平均結合エネルギー[MeV]として最も近い値は次のうちどれか。ただし、 ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ 、陽子、中性子および電子の質量を、それぞれ39.96259 u、1.00728 u、1.00867 u、および0.00055 uとする。また、1 u=932 MeVとする。

- 1 7.75 2 8.02 3 8.29 4 8.56 5 8.93

問3 次のウランの同位体のうち、天然存在度が高い順に並べられているものはどれか。

- 1 ${}^{238}\text{U}$ > ${}^{235}\text{U}$ > ${}^{234}\text{U}$
2 ${}^{238}\text{U}$ > ${}^{234}\text{U}$ > ${}^{235}\text{U}$
3 ${}^{235}\text{U}$ > ${}^{238}\text{U}$ > ${}^{234}\text{U}$
4 ${}^{234}\text{U}$ > ${}^{235}\text{U}$ > ${}^{238}\text{U}$
5 ${}^{234}\text{U}$ > ${}^{238}\text{U}$ > ${}^{235}\text{U}$

問4 永続平衡が成立する親核種-娘核種の組として、正しいものの組合せはどれか。

- A ^{90}Sr - ^{90}Y
B ^{137}Cs - $^{137\text{m}}\text{Ba}$
C ^{140}Ba - ^{140}La
D ^{210}Bi - ^{210}Po

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

問5 現在、8 MBqの核種A（半減期：4年）と1 MBqの核種B（半減期：32年）の線源がある。両方の放射能が等しくなるのは何年後か。最も近い値[年]は次のうちどれか。

- 1 6 2 9 3 11 4 14 5 18

問6 ある単一エネルギーの細い光子束に対する遮蔽板の半価層が2.0 mmであるとき、同じ材質の遮蔽板の1/10 価層[mm]として、最も近い値は次のうちどれか。ただし、 $\ln 2=0.693$ 、 $\ln 10=2.30$ とする。

- 1 6.2 2 6.6 3 7.0 4 7.4 5 7.8

問7 荷電粒子線のLET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 粒子の質量とエネルギーが同じ場合、電荷が大きい方が高い。
B 粒子の質量と電荷が同じ場合、エネルギーが高い方が高い。
C 粒子の電荷とエネルギーが同じ場合、質量が大きい方が高い。
D 標的の物質には依存しない。

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

問8 コンプトン散乱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 光子の波長は、散乱前より長くなる。
- B 原子断面積は、光子エネルギーの増加とともに増加する。
- C 原子断面積は、物質の原子番号にほぼ比例する。
- D スペクトル測定時に見られるコンプトンエッジのエネルギーは検出器に使われている検出素子の材質により異なる。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問9 時定数 20 秒の計数率計で放射線を測定し、計数率 600 cpmを得たとする。この計数率の統計誤差（標準偏差）[cpm]として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 1 2 3 3 10 4 30 5 100

問10 気体の電離を利用した放射線検出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 パルス型電離箱では個々の放射線を数えることができる。
- B 比例計数管では低エネルギーX線のエネルギースペクトルが測定できる。
- C GM計数管はプラトー領域の上限付近の電圧で用いられる。
- D 電離箱、比例計数管およびGM計数管には、それぞれクエンチングガスが添加されている。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問11 物理量 X の測定値が A でその不確かさ（標準偏差）が a であり、物理量 Y の測定値が B でその不確かさが b であるとき、次の文章のうち正しいものの組合せはどれか。ただし、 X と Y は独立である。

A $X+Y$ の期待値は $A+B$ であり、その不確かさは $\sqrt{a^2+b^2}$ である。

B $X-Y$ の期待値は $A-B$ であり、その不確かさは $\sqrt{a^2-b^2}$ である。

C XY の期待値は AB であり、その不確かさは $AB\sqrt{\left(\frac{a}{A}\right)^2+\left(\frac{b}{B}\right)^2}$ である。

D $\frac{X}{Y}$ の期待値は $\frac{A}{B}$ であり、その不確かさは $\frac{A}{B}\sqrt{\left(\frac{a}{A}\right)^2-\left(\frac{b}{B}\right)^2}$ である。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問12 次の放射線検出器のうち、サーベイメータに用いられているものはどれか。

A 電離箱

B 端窓型GM管

C NaI(Tl)シンチレーション検出器

D 比例計数管

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

問13 バックグラウンド計数値の標準偏差の3倍を検出下限値としたとき、表面汚染サーベイメータの検出下限値[Bq \cdot cm $^{-2}$]として最も近い値は、次のうちどれか。なお、測定時間は60秒、バックグラウンド計数値は100カウント、機器効率は40%、線源効率率は50%、入射窓面積は20 cm 2 とする。

- 1 2.0×10^{-2} 2 3.1×10^{-2} 3 4.2×10^{-2} 4 1.3×10^{-1} 5 5.0×10^1

問14 放射線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 臓器・組織によらず、同じ値が与えられている。
- B X線に対し、エネルギーによらず、同じ値が与えられている。
- C 中性子に対し、エネルギーによらず、同じ値が与えられている。
- D 陽子と α 粒子に対し、同じ値が与えられている。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問15 外部被ばくの防護のための放射線モニタリング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 放射線施設内の作業環境における空間線量率を測定する。
- B 放射線施設周辺における空間線量率を測定する。
- C 管理区域境界における積算線量の測定は外部被ばく評価には有効ではない。
- D 平常時には放射線モニタリングを行う必要はない。

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

問16 1 MeVの γ 線が一定の強度で全身に入射するような外部被ばくを考えたとき、入射方向の違いによる実効線量の大小を正しく示している組合せはどれか。

- A 後方からの入射 > 前方からの入射
- B 前方からの入射 > 側方からの入射
- C 側方からの入射 > 後方からの入射
- D 前方からの入射 > 全方位（等方）からの入射

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

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0.3 mm程度の厚さのゴム手袋で遮蔽できる。
- B β 線の遮蔽では制動放射線を考慮する必要がある。
- C γ 線に対する遮蔽効果は物質の元素組成に依存しない。
- D 1 MeV以下の中性子は原子番号の小さい物質で遮蔽するのが有効である。

- 1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問18 放射性同位元素を装備した機器と、主に使われている放射線源の組合せとして、正しいものはどれか。

- A 非破壊検査装置 - ^{85}Kr
B レベル計 - ^{32}P
C 蛍光X線分析装置 - ^{55}Fe
D 密度計 - ^{241}Am
E 硫黄分析計 - ^{63}Ni

- 1 AとB 2 AとE 3 BとD 4 CとD 5 CとE

問19 密封線源として利用されている核種を半減期の短い順に並べたものの組合せは、次のうちどれか。

- A ^{241}Am < ^{192}Ir < ^{137}Cs
B ^{147}Pm < ^{85}Kr < ^{90}Sr
C ^{192}Ir < ^{60}Co < ^{137}Cs
D ^{85}Kr < ^{60}Co < ^{241}Am

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問20 密封 γ 線源の産業利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 ジャガイモの発芽防止に利用されている。
B 医療器具などの滅菌には、数十kGyの線量の γ 線が照射されている。
C 殺菌照射された物質の放射化は無視できる。
D 輸血後のリンパ球による免疫反応を抑制するために、数十Gyの線量の γ 線が輸血用血液に照射されている。

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

問21 中性子個人線量計に用いられる検出器のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A Ge半導体検出器
- B 固体飛跡検出器
- C 熱ルミネセンス線量計
- D GM計数管

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問22 個人線量計の使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 熱ルミネセンス線量計では、手指の被ばく線量を測定することはできない。
- B OSL線量計は、数十 μ Svといった低線量域の測定には使用できない。
- C 半導体式ポケット線量計は、作業中に被ばく線量を読み取ることはできない。
- D 蛍光ガラス線量計は、紫外線照射をしないと線量を読み取ることはできない。

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

問23 放射線の細胞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 放射線のLETが高くなると、直接効果よりも間接効果の寄与が大きくなる。
- B DNA損傷を受けた細胞は、細胞死により臓器・組織から排除されることがある。
- C 遺伝子突然変異が生じた体細胞は、がん化する可能性がある。
- D 精巣における生殖細胞の致死感受性は、精原細胞の方が精子細胞より高い。

- 1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問24 女性放射線業務従事者について線量限度を別に定めている理由となりうる放射線影響として、最も適切なものは次のうちどれか。

- 1 皮膚炎
- 2 白内障
- 3 下痢
- 4 末梢血リンパ球減少
- 5 胎児影響

問25 体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 体外にある線源から放射線を被ばくしても体内被ばくという。
- B 放射性物質の体内への摂取経路は経口と吸入に限られる。
- C 体内に取り込まれた放射性物質は、その化学的性状によって集積する臓器・組織が異なる。
- D 体内に取り込まれた放射性物質の減少は、有効半減期から見積もられる。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問26 放射線によるDNA損傷の修復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 遺伝的に修復酵素の機能が欠損していることがある。
- B 特定のDNA損傷に対して複数の修復酵素が働きうる。
- C DNA損傷が修復されないと突然変異を起こす可能性がある。
- D DNA損傷を認識する酵素がある。

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

問27 次の放射線障害のうち、Ⅰ欄に確率的影響を、Ⅱ欄に確定的影響を記載してあるものの組合せはどれか。

<Ⅰ>

<Ⅱ>

- | | |
|---------|-------|
| A 白血病 | 甲状腺がん |
| B 皮膚がん | 皮膚潰瘍 |
| C 間質性肺炎 | 脱毛 |
| D 骨肉腫 | 永久不妊 |

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問28 A～Dの放射線による組織障害について、しきい線量が低い順に並んでいるものは、次のうちどれか。

A 一時的不妊（精巣）

B 紅斑（皮膚）

C 壊死（皮膚）

D 造血機能低下（骨髄）

1 A < B < C < D

2 A < D < B < C

3 B < A < D < C

4 B < A < C < D

5 A < C < D < B

問29 γ 線の急性全身被ばくによる死亡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 $LD_{50/60}$ は、被ばく60日後に50%死亡率をもたらす線量である。

B ヒトの $LD_{50/60}$ は、おおよそ4 Gyである。

C 10 Gyまでの線量域では、消化器系の障害が主な死因となる。

D 10～数十Gyの線量域では、造血器系の障害が主な死因となる。

E 数十Gy以上の線量域では、中枢神経系・循環器系の障害が主な死因となる。

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

問30 ラジカル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 $\cdot OH$ ラジカルは強い還元力をもつ。

B $\cdot OH$ ラジカルは活性酸素種に含まれる。

C SH基をもつシステインを分子内に有する化合物はラジカルを捕捉する働きがある。

D 放射線によって付与されるエネルギーとラジカル生成量との比例関係を利用した線量計がある。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ



