

受験番号	
------	--

ガンマ線透過写真撮影作業主任者免許試験 A

指示があるまで、試験問題を開かないでください。

〔注意事項〕

- 1 本紙左上の「受験番号」欄に受験番号を記入してください。
- 2 解答方法
 - (1) 解答は、別の解答用紙に記入(マーク)してください。
 - (2) 使用できる鉛筆(シャープペンシル可)は、「HB」又は「B」です。
ボールペン、サインペンなどは使用できません。
 - (3) 解答用紙は、機械で採点しますので、折ったり、曲げたり、汚したりしないでください。
 - (4) 解答を訂正するときは、消しゴムできれいに消してから書き直してください。
 - (5) 問題は、五肢択一式で、正答は一問につき一つだけです。二つ以上に記入(マーク)したもの、判読が困難なものは、得点としません。
 - (6) 計算、メモなどは、解答用紙に書かずに試験問題の余白を利用してください。
- 3 受験票には、何も記入しないでください。
- 4 試験時間は2時間で、試験問題は問1～問20です。
- 5 試験開始後、1時間以内は退室できません。(午後の試験では、開始後、30分以内は退室できません。)
試験時間終了前に退室するときは、着席のまま無言で手を上げてください。
試験監督員が席まで伺います。
なお、退室した後は、再び試験室に入ることはできません。
- 6 試験問題は、持ち出すことはできません。
受験票は、持って退室して、午後の試験にお持ちください。

[ガンマ線による透過写真の撮影の作業に関する知識]

問 1 放射線の測定に関する用語に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) GM計数管が放射線の入射により一度作動し、一時的に検出能力が失われた後、出力波高値が正常の波高値にほぼ等しくなるまでに要する時間を回復時間という。
- (2) 検出器の検出感度が放射線のエネルギーによって異なる特性をエネルギー依存性という。
- (3) 半導体検出器において、放射線が半導体中で1個の電子・正孔対を作るのに必要な平均エネルギーを ϵ 値といい、シリコンの場合は約3.6 eV 程度である。
- (4) 方向依存性とは、放射線の入射方向により検出器の感度が異なることをいう。
- (5) 放射線が気体中で1対のイオン対を作るのに必要な平均エネルギーをW値といい、気体の種類にはあまり依存せず、放射線のエネルギーに応じてほぼ一定の値をとる。

問 2 放射線の量と単位に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 吸収線量は、電離放射線の照射により単位質量の物質に付与されたエネルギーをいい、単位として Gy が用いられる。
- (2) 実効線量は、人体の各組織・臓器が受けた等価線量に、各組織・臓器ごとの放射線加重係数を乗じ、これらを合計したもので、単位として Sv が用いられる。
- (3) カーマは、間接電離放射線の照射により、単位質量の物質中に発生した二次荷電粒子の初期運動エネルギーの総和で、単位として Gy が用いられる。
- (4) 吸収線量及びカーマは物理量であり、等価線量及び実効線量は防護量である。
- (5) eV は、放射線のエネルギーの単位として使用され、1 eV は約 1.6×10^{-19} J に相当する。

問 3 ガンマ線の測定に用いるNaI(Tl)シンチレーション検出器に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

(1) シンチレータに混入される微量のタリウムは、発光波長の調整や発光量増加の役割を果たす活性剤である。

(2) シンチレータから放射された光は、光電子増倍管の光電面で光電子に変換され、増倍された後、電流パルスとして出力される。

(3) 光電子増倍管から得られる出力パルス波高には、入射放射線のエネルギーの情報が含まれている。

(4) 光電子増倍管の増倍率は印加電圧に依存するので、光電子増倍管に印加する高圧電源は安定化する必要がある。

○ (5) 光電子増倍管から得られる出力パルス波高は、入射ガンマ線の線量率に比例する。

問 4 被ばく線量測定に用いる放射線測定器とこれに関係の深い事項との組合せとして、誤っているものは次のうちどれか。

(1) 蛍光ガラス線量計 …………… ラジオフォトルミネセンス

○ (2) シンチレーション検出器 …………… 緑色レーザー光

(3) 熱ルミネセンス線量計 …………… グロー曲線

(4) GM計数管 …………… 電子なだれ

(5) 電離箱 …………… 飽和領域

問 5 被ばく線量測定のための放射線測定器に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 電荷蓄積式(D I S)線量計は、電荷を蓄積する不揮発性メモリ素子(MO S F E Tトランジスタ)を電離箱の構成要素の一部とした線量計で、線量の読み取りは専用のリーダを用いて行う。
- (2) 半導体式ポケット線量計は、放射線の固体内での電離作用を利用したもので、検出器としてP N接合型シリコン半導体が用いられている。
- (3) 光刺激ルミネッセンス(O S L)線量計は、放射線にさらされた硫酸カルシウムの検出素子に紫外線を当てて発する蛍光を利用したもので、画像情報を得ることもできる。
- (4) P D型ポケット線量計は、充電により先端がY字状に開いた石英繊維が放射線の入射により閉じてくることを利用したもので、随時、線量の読取りを行うことができる。
- (5) フィルムバッジは、写真乳剤を塗布したフィルムを現像したときの黒化度により被ばく線量を評価する測定器で、数種類のフィルタを通した濃度の変化から、放射線の実効エネルギーを推定することができる。

問 6 ガンマ線透過写真撮影装置を用いて透過写真の撮影の業務を行う場合の管理区域を設定するための外部放射線の測定に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 測定器は、方向依存性が大きく、測定可能な下限線量が小さなものを用いる。
- (2) 測定器は、国家標準とのトレーサビリティが明確になっている基準測定器又は数量が証明されている線源を用いて測定実施日の3年以内に校正されたものを使用する。
- (3) 測定器は、サーベイメータのほか、積算型放射線測定器を用いることができる。
- (4) 測定は、あらかじめ計算により求めた1 cm線量当量又は1 cm線量当量率の高い箇所から低い箇所へ逐次行っていく。
- (5) 測定点の高さは、作業床面上の約1.5 mの位置とする。

問 7 GM計数管に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 入射放射線によって生じる一次電子イオン対の量とは無関係にほぼ一定の大きさの出力パルスが得られる。
- (2) 電離気体としては、通常アルゴン等の不活性ガスが用いられる。
- (3) 消滅ガスとしては、アルコールやハロゲンガスが用いられる。
- (4) 入射放射線のエネルギーを分析することができる。
- (5) プラトーが長く、その傾斜が小さいほど、一般に性能が良い。

問 8 ある放射線測定器を用いて t 秒間放射線を測定し、計数値 N を得たとき、計数値の標準偏差を表すものは、次のうちどれか。

- (1) N/t
- (2) N/t^2
- (3) \sqrt{N}
- (4) $\sqrt{N/t}$
- (5) $\sqrt{N/t}$

問 9 GM計数管式サーベイメータによりガンマ線を測定し、800 cps の計数率を得た。

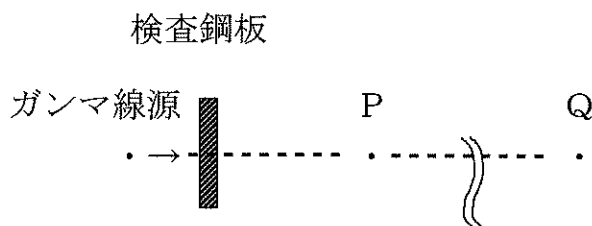
GM計数管の分解時間が200 μ s であるとき、真の計数率に最も近いものは次のうちどれか。

- (1) 650 cps
- (2) 750 cps
- (3) 850 cps
- (4) 950 cps
- (5) 1,500 cps

問 10 図のように、 ^{192}Ir の点状線源を装備した透過写真撮影用ガンマ線照射装置を用いて検査鋼板の透過写真撮影を行うとき、線源から3 m の距離にある点Pにおける写真撮影中の1 cm 線量当量率は3 mSv/hである。

線源から管理区域の境界上にある点Qまでの距離を12 m とすると、1週間当たりの撮影枚数は(1)～(5)のうちどれか。

ただし、照射時間は1枚当たり120秒とし、線源容器等からの散乱線の影響は無視するものとする。また、3か月は13週とする。



- (1) 16枚
- (2) 23枚
- (3) 30枚
- (4) 37枚
- (5) 44枚

〔関係法令〕

問 1 1 ガンマ線照射装置を用いて行う透過写真撮影の業務に従事する労働者30人を
含めて250人の労働者を常時使用する製造業の事業場の安全衛生管理体制とし
て、労働安全衛生関係法令に違反しているものは次のうちどれか。

- (1) 衛生管理者を1人選任している。
- (2) 総括安全衛生管理者を選任していない。
- (3) 安全衛生推進者を選任していない。
- (4) 選任している産業医は、事業場に専属の者ではない。
- (5) 安全委員会と衛生委員会の設置に代えて、安全衛生委員会を設置している。

問 1 2 ガンマ線照射装置を取り扱う作業場の管理区域について行う作業環境測定に
関し、労働安全衛生関係法令上、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 外部放射線による線量当量率又は線量当量は、放射線測定器を用いて測定
することが著しく困難なときは、計算によって算出することができる。
- (2) 作業環境測定は、実施の都度、測定日時、測定箇所、測定結果、測定器の
種類、型式及び性能、測定を実施した者の氏名等一定の事項を記録し、5年
間保存しなければならない。
- (3) 作業環境測定は、原則として、1か月以内ごとに1回、定期的に、行わなけ
ればならない。
- (4) 外部放射線による線量当量率若しくは線量当量の測定又は計算による結果
は、見やすい場所に掲示する等の方法によって、管理区域に立ち入る労働者
に周知させなければならない。
- (5) 作業環境測定は、1 cm 線量当量率又は1 cm 線量当量について行うもの
とするが、70 μ m 線量当量率が1 cm 線量当量率を超えるおそれがある場所
又は70 μ m 線量当量が1 cm 線量当量を超えるおそれのある場所においては、
それぞれ70 μ m 線量当量率又は70 μ m 線量当量について行うものとする。

問 1 3 ガンマ線照射装置を用いて行う透過写真の撮影の業務を行う場合の管理区域に関し、労働安全衛生関係法令上、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 放射線業務を行う労働者の受ける実効線量が3か月間につき1.3mSvを超えるおそれのある区域は、管理区域である。
- (2) 管理区域を設定する際の外部放射線による実効線量の算定は、1 cm 線量当量によって行う。
- (3) 管理区域は、標識によって明示しなければならない。
- (4) 管理区域内の見やすい場所に、放射線測定器の装着に関する注意事項等放射線による健康障害の防止に必要な事項を掲示しなければならない。
- (5) 管理区域には、放射線業務従事者以外の者が立ち入ることを禁止し、その旨を明示しなければならない。

問 1 4 透過写真撮影用ガンマ線照射装置又は放射線装置室に関し、労働安全衛生関係法令上、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 放射線装置室内でガンマ線照射装置を使用するときは、放射線源送し装置以外の遠隔操作装置を用いて線源容器から放射線源を取り出すことができる。
- (2) 装置の外側における外部放射線による1 cm 線量当量率が20 μ Sv/hを超えないように遮へいされた構造のガンマ線照射装置については、放射線装置室以外の場所に設置することができる。
- (3) 1 TBq 以上の放射性物質を装備しているガンマ線照射装置を使用する放射線装置室の出入口で、人が通常出入りするものには、インターロックを設けなければならない。
- (4) 放射線装置室内に設置するガンマ線照射装置(装備している放射性物質が400GBq未満である場合を除く。)で照射しているときは、その旨を自動警報装置を用いて関係者に周知させなければならない。
- (5) ガンマ線照射装置を設置している放射線装置室は、遮へい壁等の遮へい物を設けて、労働者が常時立ち入る場所における外部放射線による実効線量を、1週間につき1 mSv以下にしなければならない。

問15 放射線業務従事者の被ばく限度として、労働安全衛生関係法令上、正しいものは次のうちどれか。

ただし、いずれの場合においても、放射線業務従事者は、緊急作業には従事しないものとする。

- (1) 男性の放射線業務従事者が受ける実効線量の限度
..... 5年間に100 mSv、かつ、1年間に50 mSv
- (2) 男性の放射線業務従事者が皮膚に受ける等価線量の限度
..... 1年間に400 mSv
- (3) 男性の放射線業務従事者が眼の水晶体に受ける等価線量の限度
..... 1年間に300 mSv
- (4) 女性の放射線業務従事者(妊娠する可能性がないと診断されたもの及び妊娠と診断されたものを除く。)が受ける実効線量の限度
..... 3か月間に15 mSv
- (5) 妊娠と診断された女性の放射線業務従事者が腹部表面に受ける等価線量の限度 妊娠中に3 mSv

問16 透過写真撮影用ガンマ線照射装置を取り扱う放射線業務従事者が管理区域内で受ける外部被ばくによる線量の測定に関する次の文中の□内に入れるAからCの語句の組合せとして、労働安全衛生関係法令上、正しいものは(1)～(5)のうちどれか。

「最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が□A□であり、次に多い部位が□B□である作業を行う場合、男性又は妊娠する可能性がないと診断された女性の放射線業務従事者については頭・頸部^{けい}及び胸部に、女性の放射線業務従事者(妊娠する可能性がないと診断されたものを除く。)については□C□に、放射線測定器を装着させて線量の測定を行わなければならない。」

- | | A | B | C |
|-------|------|------|-------------|
| (1) | 頭・頸部 | 手指 | 頭・頸部、腹部及び手指 |
| ○ (2) | 頭・頸部 | 手指 | 頭・頸部及び腹部 |
| (3) | 胸部 | 頭・頸部 | 胸部及び腹部 |
| (4) | 胸部 | 頭・頸部 | 胸部、頭・頸部及び腹部 |
| (5) | 手指 | 頭・頸部 | 胸部及び腹部 |

問 1 7 透過写真撮影用ガンマ線照射装置による作業の届出に関する次の文中の [] 内に入れる A から C の語句の組合せとして、労働安全衛生関係法令上、正しいものは (1) ~ (5) のうちどれか。

「透過写真撮影用ガンマ線照射装置を自己の事業場以外の場所で使用して作業を行う場合は、あらかじめ、所定の届書に [A] を示す図面及び [B] の見取図を添えて、 [C] の所在地を管轄する労働基準監督署長に提出しなければならない。」

	A	B	C
(1)	立入禁止区域	当該作業場	自己の事業場
(2)	立入禁止区域	その付近	当該作業場
(3)	管理区域	当該作業場	自己の事業場
○ (4)	管理区域	その付近	当該作業場
(5)	照射装置の構造	管理区域	自己の事業場

問 1 8 放射線源送出し装置を有する透過写真撮影用ガンマ線照射装置及びその放射線源の定期自主検査又は点検に関し、労働安全衛生関係法令上、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 1 か月以内ごとに 1 回行う定期自主検査においては、放射線源のホルダーの固定装置の異常の有無について、自主検査を行わなければならない。
- (2) 1 か月以内ごとに 1 回行う定期自主検査においては、線源容器の遮へい能力の異常の有無について、自主検査を行わなければならない。
- (3) 放射線源を交換したときは、放射線源送出し装置と線源容器との接続部の異常の有無について、点検を行わなければならない。
- (4) ガンマ線照射装置を移動させて使用したときは、使用後直ちに及びその日の作業の終了後当該装置を格納する際に、放射線源が確実に線源容器に収納されているかどうか等を放射線測定器を用いて点検しなければならない。
- (5) 定期自主検査を行ったときは、検査の結果等所定の事項を記録し、これを 3 年間保存しなければならない。

問19 ガンマ線透過写真撮影作業主任者の選任又は職務に関し、労働安全衛生関係法令上、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 一つの管理区域内で2台のガンマ線照射装置を用いて透過写真の撮影の作業を行うときは、作業主任者を少なくとも1人選任しなければならない。
- (2) 作業主任者を選任したときは、作業主任者の氏名及びその者に行わせる事項を、作業場の見やすい箇所に掲示する等により関係労働者に周知させなければならない。
- (3) 作業場のうち管理区域に該当する部分について、定期的に作業環境測定を行うことは、作業主任者の職務である。
- (4) 伝送管の移動及び放射線源の取出しが法令に適合して行われているかどうかについて確認することは、作業主任者の職務である。
- (5) 放射線業務従事者等の被ばく線量測定のための放射線測定器が法令に適合して装着されているかどうかについて点検することは、作業主任者の職務である。

問20 透過写真撮影用ガンマ線照射装置の事故に対する緊急措置に関する次の文中の□内に入れるAからCの語句又は数値の組合せとして、労働安全衛生関係法令上、正しいものは(1)～(5)のうちどれか。

「放射線源が線源容器から脱落する事故が発生した場合は、事故によって受ける実効線量が□A□を超えるおそれのある区域から、直ちに、労働者を退避させなければならない。この場合、脱落した放射線源を線源容器その他の容器に収納する作業に労働者を従事させるときは、□B□を設ける等の措置を講じ、かつ、□C□等を使用させることにより当該作業に従事する労働者と放射線源との間に適当な距離を設けなければならない。」

- | | A | B | C |
|-------|--------|--------|------------------|
| (1) | 5 mSv | 管理区域 | 鉗子 ^{かん} |
| (2) | 5 mSv | 管理区域 | 線源ホルダー |
| (3) | 5 mSv | 遮へい物 | 線源ホルダー |
| ○ (4) | 15 mSv | 遮へい物 | 鉗子 |
| (5) | 15 mSv | 立入禁止区域 | コリメーター |

(午前終り)

受験番号	
------	--

ガンマ線透過写真撮影作業主任者免許試験 B

指示があるまで、試験問題を開かないでください。

〔注意事項〕

- 1 本紙左上の「受験番号」欄に受験番号を記入してください。
- 2 解答方法
 - (1) 解答は、別の解答用紙に記入(マーク)してください。
 - (2) 使用できる鉛筆(シャープペンシル可)は、「HB」又は「B」です。
ボールペン、サインペンなどは使用できません。
 - (3) 解答用紙は、機械で採点しますので、折ったり、曲げたり、汚したりしないでください。
 - (4) 解答を訂正するときは、消しゴムできれいに消してから書き直してください。
 - (5) 問題は、五肢択一式で、正答は一問につき一つだけです。二つ以上に記入(マーク)したもの、判読が困難なものは、得点としません。
 - (6) 計算、メモなどは、解答用紙に書かずに試験問題の余白を利用してください。
- 3 受験票には、何も記入しないでください。
- 4 試験時間は2時間で、試験問題は問1～問20です。
「ガンマ線の生体に与える影響に関する知識」が免除されている受験者の試験時間は1時間で、試験問題は問1～問10です。
- 5 試験開始後、30分以内は退室できません。
試験時間終了前に退室するときは、着席のまま無言で手を上げてください。
試験監督員が席まで伺います。
なお、退室した後は、再び試験室に入ることはできません。
- 6 試験問題は、持ち帰ることはできません。受験票は、お持ち帰りください。

[ガンマ線照射装置に関する知識]

問 1 ガンマ線に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) ガンマ線のエネルギーは、その振動数に比例する。
- (2) ガンマ線のエネルギーは、その波長に反比例する。
- (3) ガンマ線は、電磁波と光子の2面性を持っている。
- (4) ガンマ線とエックス線は、波長の長短ではなく、その発生過程の違いによって区別される。

○ (5) アルファ線、ベータ線及びガンマ線の中で、透過力がもっとも強いものはアルファ線である。

問 2 透過写真撮影用ガンマ線照射装置の線源に用いられる¹⁹²Ir及び⁶⁰Coに関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) ⁶⁰Coは、¹³⁷Csに比べて、放出されるガンマ線のエネルギーが高い。
- (2) ¹⁹²Irの半減期は、¹³⁷Csの半減期より短い。

○ (3) ¹⁹²Irは、 α 壊変を行う際にガンマ線を放出する放射性核種である。

- (4) ¹⁹²Irは、⁶⁰Coに比べて、放出されるガンマ線のエネルギーが低い。
- (5) ⁶⁰Coの半減期は、¹⁶⁹Ybの半減期より長い。

問 3 ガンマ線と物質との相互作用に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) ガンマ線がレイリー散乱しても、そのエネルギーは変化しない。
- (2) 光電効果の発生する確率は、物質の原子番号が大きくなるほど増大する。
- (3) 光電効果により、原子の外に飛び出す光電子の運動エネルギーは、入射ガンマ線光子のエネルギーより小さい。
- (4) 光電効果の生じる確率は、ガンマ線のエネルギーが高くなるほど増大する。
- (5) ガンマ線が1.02 MeV以上のエネルギーを持っていないと、電子対生成は生じない。

問 4 単一エネルギーで細い平行線束のガンマ線が物体を透過するときの減弱に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 半価層の約3.32倍の厚さが1/10価層に相当する。
- (2) 透過する物体の厚さが同じ場合、線減弱係数の値が大きくなるほどガンマ線の透過率は小さくなる。
- (3) 透過する物体が同じ場合、一般にガンマ線のエネルギーが高くなるほど半価層の値は大きくなる。
- (4) 半価層は、ガンマ線の線量率が高くなると大きくなる。
- (5) アルミニウム板の半価層は、鉛板の半価層より大きい。

問 5 単一エネルギーで太い線束のガンマ線が物質を透過するときの減弱を表す場合に用いられる再生係数(ビルドアップ係数)に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 再生係数は、物質の厚さが薄くなるほど小さくなる。
- (2) 再生係数は、線束の広がり大きいほど大きくなる。
- (3) 再生係数は、入射ガンマ線の線量率が高くなるほど大きくなる。
- (4) 再生係数は、物質への照射面積が大きいほど大きくなる。
- (5) 再生係数は、透過後、物質から離れるほど小さくなり、その値は1に近づく。

問 6 線源送出し方式の透過写真撮影用ガンマ線照射装置の構造に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) コリメーターは、伝送管の先端に取り付けて、利用線錐の大きさを制限するとともに、利用線錐以外のガンマ線を減弱させるためのものである。
- (2) 線源脱落防止装置は、線源ホルダーを線源容器に固定し、線源容器の移動中に線源ホルダーが脱落するのを防止するものである。
- (3) 操作器は、線源の送出しなどの操作を遠隔的に行うためのもので、電動用のほか手動用もある。
- (4) 警報装置は、照射装置に設けられたシャッターが閉じられたときに、その状態を周知させるためのものである。
- (5) 線源ホルダーは、通常、ジュズ玉状の合金製遮へい材の先端部分にガンマ線源カプセルを収める容器が取り付けられた、フレキシブルなホルダーである。

- 問 7 線源送出し方式の透過写真撮影用ガンマ線照射装置の取扱いに関し、次のうち誤っているものはどれか。
- (1) 照射装置を設置するときは、線源容器を被写体の近くの平らな場所に水平に置き、照射管を取り付けた伝送管を線源容器の前部の所定の位置に取り付ける。
 - (2) 伝送管や操作管を設置するときは、できるだけ真っすぐに伸ばした状態で設置し、曲げるときはできるだけ大きな輪を描くようにする。
 - (3) 操作管を線源容器に取り付けるときは、線源容器後部の線源ホルダーの接続金具にリリースワイヤを確実に接続してから、操作管を取り付ける。
 - (4) 撮影が終了したときは、速やかに線源を線源容器に格納してから、撮影済みのフィルムを被写体から取り出す。
- (5) 線源を線源容器に格納したら、線源脱落防止装置のスイッチを入れて線源ホルダーを固定した後、線源容器から伝送管と操作管を取り外す。

- 問 8 透過写真撮影用ガンマ線照射装置又はその線源容器に関し、次のうち誤っているものはどれか。
- (1) P形の照射装置は、運搬用取っ手を備え、操作者が持ち運びできるようにした携帯式装置である。
 - (2) F形の照射装置は、固定式又は特定の範囲でだけ移動できるようにした据置式装置である。
- (3) 単一方向照射式の照射装置は、線源容器から離れた高所やパイプの中でも撮影ができる。
- (4) 線源送出し照射式(線源送出し方式)の照射装置は、パノラマ撮影が可能である。
 - (5) 線源容器は、線源を格納する容器で、ガンマ線を遮へいして漏れ線量率を少なくする。

問 9 最初800GBqであった放射性核種(半減期74日)が、壊変して40MBqとなる年数として最も近いものは(1)～(5)のうちどれか。

ただし、 $\log_e 2 = 0.69$ 、 $\log_e 10 = 2.30$ とする。

- (1) 2年後
- (2) 3年後
- (3) 4年後
- (4) 5年後
- (5) 6年後

問 10 ガンマ線の測定に用いるサーベイメータに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 電離箱式サーベイメータは、GM計数管式サーベイメータよりエネルギー特性が優れている。
- (2) NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータは、感度が良く、自然放射線レベルの低線量率の放射線も検出することができるので、施設周辺の微弱な漏えい線の有無を調べるのに適している。
- (3) 半導体式サーベイメータは、電離箱式サーベイメータよりも方向特性が優れている。
- (4) GM計数管式サーベイメータでは、計数率が高くなると、数え落としが多くなる。
- (5) 電離箱式サーベイメータは、湿度の影響を受けやすい。

次の科目が免除されている受験者は、問11～問20は解答しないでください。

[ガンマ線の生体に与える影響に関する知識]

問11 放射線の直接作用と間接作用に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 生体中に存在する酸素の分圧が高くなると放射線効果が増大することは、間接作用では説明できない。
- (2) ガンマ線などの間接電離放射線により発生した二次電子が生体高分子を電離又は励起し、細胞に障害を与えることを間接作用という。
- (3) 溶液中の酵素の濃度を変えて同一線量の放射線を照射するとき、酵素の濃度が減少するに従って、酵素の全分子数のうち不活性化されたものの占める割合が増大することは、間接作用により説明される。
- (4) 放射線によって水分子がフリーラジカルになり、これが生体高分子を破壊し、細胞に障害を与えることを直接作用という。
- (5) 低LET放射線が生体に与える影響は、間接作用によるものより直接作用によるものの方が大きい。

問12 放射線感受性に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 細胞分裂は、 G_1 期→S期→ G_2 期→M期→ G_1 期のサイクルを繰り返して行われる。
- (2) 細胞分裂の周期のS期(DNA合成期)初期の細胞は、S期後期の細胞より放射線感受性が高い。
- (3) 細胞分裂の周期の G_1 期(DNA合成準備期)後期の細胞は、 G_2 期(分裂準備期)初期の細胞より放射線感受性が高い。
- (4) 皮膚の基底細胞は、角質層の細胞より放射線感受性が高い。
- (5) 小腸の絨毛先端部の細胞は、腺窩細胞(クリプト細胞)より放射線感受性が高い。

問13 放射線の被ばくによる確率的影響及び確定的影響に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 確率的影響では、被ばく線量の増加とともに影響の発生確率が増す。
- (2) 確定的影響では、被ばく線量と影響の発生確率との関係が比例関係にある。
- (3) がんは、確率的影響に分類される。
- (4) 全身に対する確率的影響の程度は、実効線量により評価される。
- (5) しきい線量は、確定的影響には存在するが、確率的影響には存在しないと考えられている。

問14 放射線被ばくによるヒトの造血器官及び血液に対する影響に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 骨髄のうち赤色骨髄中の幹細胞が障害を受けると、末梢血液中の血球数は減少していく。
- (2) 末梢血液中の血球は、一般に造血器官中の未分化な段階のものより放射線感受性が低いが、リンパ球は末梢血液中でも放射線感受性が高く、被ばく直後から減少が現れる。
- (3) 末梢血液中のリンパ球以外の白血球は、被ばく直後、一時的に増加することがある。
- (4) 末梢血液中の有形成分のうち、被ばく後減少が現れるのが最も遅いものは赤血球である。
- (5) LD_{50/60}に相当する線量の被ばくによる死亡は、主に消化器官の障害によるものである。

問15 放射線によるDNAの損傷と修復に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 放射線によるDNA損傷には、塩基損傷とDNA鎖切断があり、ガンマ線のような間接電離放射線では、塩基損傷は生じない。
- (2) DNA鎖切断のうち、二重らせんの両方が切れる2本鎖切断の発生頻度は、片方だけが切れる1本鎖切断の発生頻度より高い。
- (3) 細胞には、DNA鎖切断を修復する機能があり、修復が誤りなく行われれば、細胞は回復するが、塩基損傷を修復する機能はない。
- (4) DNA鎖切断のうち、1本鎖切断は、2本鎖切断に比べて修復されやすい。
- (5) DNA鎖切断の修復方式のうち、非相同末端結合は、DNA切断端同士を直接再結合する修復であるため、誤りなく行われる。

問16 放射線被ばくによる白内障に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 放射線により眼の角膜上皮細胞が障害を受けると、白内障が発生する。
- (2) 白内障は、潜伏期が2～4週間程度で、早期影響に分類される。
- (3) 白内障の潜伏期の長さは、被ばく線量に依存しない。
- (4) 白内障の重篤度は、被ばく線量に依存する。
- (5) 白内障発生のしきい線量は、急性被ばくでも慢性被ばくでも変わらない。

問17 放射線による身体的影響に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 放射線皮膚炎のうち、脱毛は、潜伏期が長く、晩発影響の一つとされる。
- (2) 再生不良性貧血は、2 Gy 程度の被ばくにより、末梢血液中のすべての血球が著しく減少し回復不可能になった状態をいい、潜伏期は1週間以内で、早期影響に分類される。
- (3) 晩発影響の一つである白血病の潜伏期は、その他のがんに比べて長い。
- (4) 晩発影響には、その重篤度が、被ばく線量に依存するものとしがないものがある。
- (5) 晩発影響に共通する特徴は、影響を発生させる被ばく線量に、しきい値が無いことである。

問18 組織・器官について、その放射線感受性の高い順に並べたものは、次のうちどれか。

- (1) 筋肉、甲状腺、骨髄
- (2) 筋肉、小腸粘膜、甲状腺
- (3) 甲状腺、小腸粘膜、汗腺
- (4) 甲状腺、リンパ組織、筋肉
- (5) 小腸粘膜、汗腺、筋肉

問19 ヒトが一時に全身に放射線を被ばくした場合の急性影響に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 人の末梢血液中の血球数の変化は、被ばく量が1 Gy 程度までは認められない。
- (2) 被ばくから死亡までの期間は、一般に、消化器官の障害による場合の方が、造血器官の障害による場合より短い。
- (3) 被ばくした全員が60日以内に死亡する線量の最小値は、約4 Gy である。
- (4) 平均致死線量は、被ばくした集団中の個体の50%が一定期間内に死亡する線量であり、動物種の放射線感受性を比較するときなどに用いられる。
- (5) 10～15 Gy 程度の被ばくによる死亡は、主に中枢神経系の障害によるものである。

問20 胎内被ばくに関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 着床前期の被ばくでは胚の死亡が起こることがあるが、被ばくしても生き残り、発育を続けて出生した子供には、被ばくによる影響はみられない。
- (2) 器官形成期の被ばくでは、奇形が発生するおそれがある。
- (3) 胎児期の被ばくでは、出生後、精神発達遅滞が生じるおそれがある。
- (4) 胎内被ばくによる奇形の発生のしきい線量は、0.1Gy 程度であると推定されている。
- (5) 胎内被ばくを受け出生した子供にみられる精神発達遅滞は、確率的影響に分類される。

(終り)