

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。
なお、午後の試験が全部免除されている者は、受験票をお持ち帰りください。

[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 放射線等の量又は単位に関し、誤っているものは次のうちどれか。
- (1) コーマは、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。
 - (2) 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で、単位として Gy が用いられる。
 - (3) 等価線量と実効線量は放射線管理上の防護量であるが、直接測定することが困難であるため、それらの評価には、実用量である 1 cm 線量当量や 70 μm 線量当量が用いられる。
 - (4) eV は、エネルギーの単位で、1 eV は約 1.6×10^{-19} J に相当する。
 - (5) 等価線量は、人体の特定の組織・臓器が受けた吸収線量に、その組織の組織加重係数を乗じたもので、単位として Sv が用いられる。

問 2 放射線検出器とそ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) 電離箱 飽和領域
- (2) 比例計数管 ガス増幅
- (3) 半導体検出器 空乏層
- (4) 蛍光ガラス線量計 写真作用
- (5) シンチレーション検出器 光電子増倍管

問 3 被ばく線量測定のための放射線測定器に関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 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、各フィルタを通したフィルム濃度の変化から、放射線の実効エネルギーを推定することができる。
- (2) 電離箱式PD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線量計で、線量の読み取りは随時行うことができる。
- (3) 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線量計で、検出器に高圧電源を必要とせず小型軽量で、1 cm 線量当量がデジタル表示され、作業中の線量確認が容易である。
- (4) 光刺激ルミネセンス(OSL)線量計は、ラジオフォトルミネセンスを利用した線量計で、検出素子にはフッ化リチウム、フッ化カルシウムなどが用いられている。
- (5) 電荷蓄積式(DIS)線量計は、電荷を蓄積する不揮発性メモリ素子(MOSFET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ーを用いて行う。

問 4 ガンマ線の測定に用いるサーベイメータに関し、正しいものは次のうちどれか。

- (1) 電離箱式サーベイメータは、取扱いが容易で、測定可能な線量の範囲が広いが、他のサーベイメータに比べ方向依存性が大きく、また、バックグラウンド値が大きい。
- (2) 半導体式サーベイメータは、固体電離型の検出器を用いたもので、エネルギー依存性が小さく、低エネルギーのガンマ線ほど感度が高い。
- (3) GM計数管式サーベイメータは、方向依存性が小さく、線量率は500mSv/h程度まで効率良く測定できる。
- (4) GM計数管式サーベイメータは、他のサーベイメータに比べエネルギー依存性は小さいが、湿度の影響を受けやすく、機械的な安定性が十分でない。
- (5) NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータは、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。

- 問 5 管理区域設定のための外部放射線の測定に関し、誤っているものは次のうちどれか。
- (1) 測定器は、方向依存性が小さいものを使用する。
 - (2) 測定者は、測定中に必ず放射線測定器を装着し、かつ、保護衣など必要な保護具を使用する。
 - (3) 測定点の高さは、作業床面上約 1 m の位置とする。
 - (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逐次低い箇所へと行っていく。
 - (5) あらかじめバックグラウンド値を調査しておき、これを測定値から差し引いた値を測定結果とする。

- 問 6 屋外におけるガンマ線透過写真撮影作業を行う場合の留意事項として、誤っているものは次のうちどれか。
- (1) 無駄と思われる作業手順や時間短縮の工夫のできる余地があっても、作業計画で定めた段取りや作業時間を勝手に変更しない。
 - (2) 放射線測定器を備え、線源の位置の確認や線量の管理を怠らないようにする。
 - (3) ガンマ線源を取り扱うときは、撮影作業中におけるガンマ線照射装置の作動状況の監視のほか、作業前と作業後の点検を励行する。
 - (4) 夜間は周囲に他の一般作業者がいないか又はごく少数であり、放射線被ばく管理上有利であるので、作業はできるだけ夜間に行う。
 - (5) 撮影作業中に火災が発生した場合は、速やかにガンマ線源を照射装置本体に確実に収納し、安全な場所に移動する。

問 7 放射線の測定に関する用語に関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (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分解時間という。
- (2) 測定器の積分回路の時定数は、応答の速さを特徴づける定数で、時定数の値を大きくすると、指針の動揺は小さくなるが、応答が遅くなる。
- (3) フェーディングとは、積分型の測定器において、放射線が入射して作用した時点からの時間経過に応じて線量の読み取り値が減少していく現象をいう。
- (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、放射線のエネルギーにあまり依存せず、気体の種類に応じてほぼ一定の値をとる。

問 8 男性の放射線業務従事者が、ガンマ線照射装置を用い、肩から大腿部^{たい}までを覆う防護衣を着用して放射線業務を行った。

放射線測定器は、労働安全衛生関係法令に基づき、胸部(防護衣の下)及び頭・頸部^{けい}の計2箇所に装着した。

被ばく線量の測定結果は、1 cm 線量当量について、胸部で0.3 mSv、頭・頸部で1.2 mSvであった。

この業務に従事した間に受けた外部被ばくによる実効線量の算定値に最も近いものは、(1)～(5)のうちどれか。

ただし、防護衣の中は均等被ばくとみなし、外部被ばくによる実効線量(H_{EE})は、次式により算出するものとする。

$$H_{EE} = 0.08H_a + 0.44H_b + 0.45H_c + 0.03H_m$$

H_a : 頭・頸部における1 cm 線量当量

H_b : 胸・上腕部における1 cm 線量当量

H_c : 腹・大腿部における1 cm 線量当量

H_m : 「頭・頸部」、「胸・上腕部」、「腹・大腿部」のうち外部被ばくによる実効線量が最大となるおそれのある部位における1 cm 線量当量

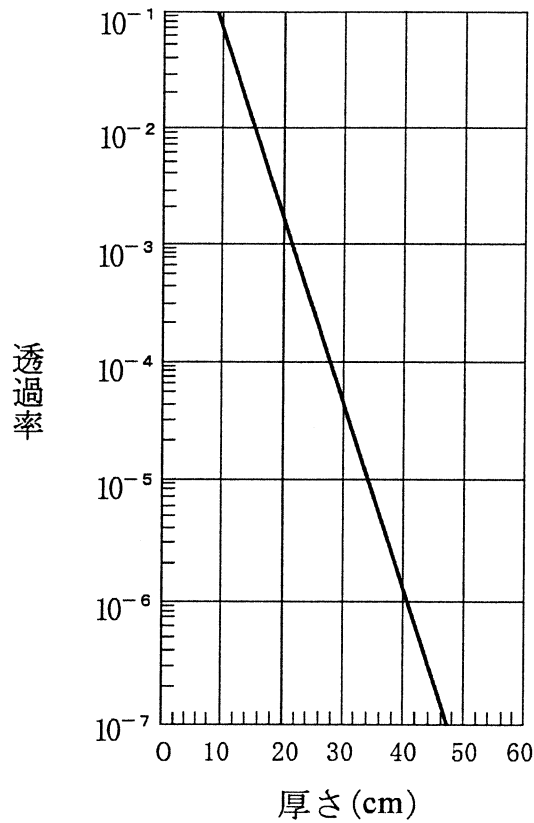
- (1) 0.3 mSv
- (2) 0.4 mSv
- (3) 0.8 mSv
- (4) 1.2 mSv
- (5) 1.5 mSv

問 9 次の図は、 ^{60}Co によるガンマ線の鉄板に対する透過率と、鉄板の厚さとの関係を示したものである。

0.4 TBq の ^{60}Co 点状線源から 2 m の距離にある点の 1 cm 線量当量率を 5.6 $\mu\text{Sv/h}$ にするために必要とする鉄板のおよその厚さは(1)～(5)のうちどれか。

ただし、1 MBq の ^{60}Co 点状線源から 1 m の距離にある点の 1 cm 線量当量率は、0.354 $\mu\text{Sv/h}$ とする。

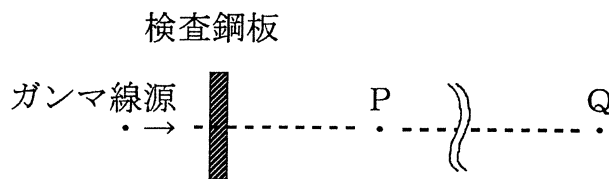
- (1) 10 cm
- (2) 15 cm
- (3) 20 cm
- (4) 25 cm
- (5) 30 cm



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6 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0.4 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150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) 17枚
- (2) 24枚
- (3) 31枚
- (4) 38枚
- (5) 45枚

〔関係法令〕

問11 ガンマ線照射装置を用いて行う透過写真撮影の業務に常時従事する労働者40人及び深夜交替制勤務のため深夜業に常時従事する労働者300人を含め700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について、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。ただし、衛生管理者及び産業医の選任の特例はないものとする。

- (1) 衛生管理者は、3人選任している。
- (2) 産業医は、事業場に専属の者ではないが、産業医としての法定の要件を満たしている医師を選任している。
- (3) 選任している衛生管理者のうち、1人は、この事業場に専属でない労働衛生コンサルタントである。
- (4) 事業場に専属の衛生管理者のうち、1人を専任の衛生管理者としている。
- (5) 選任している衛生管理者は、いずれも衛生工学衛生管理者の免許を有していない。

問 1 2 次のAからDまでの事項について、労働安全衛生関係法令上、ガンマ線透過写真撮影作業主任者の職務とされているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A ガンマ線透過写真撮影業務に就く労働者に対して特別の教育を行うこと。
- B 放射線業務従事者の受ける線量ができるだけ少なくなるように照射条件等を調整すること。
- C 管理区域内において受ける外部被ばくによる線量を測定するための放射線測定器が、労働安全衛生関係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。
- D 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。

- (1) A, B
- (2) A, C
- (3) A, D
- (4) B, C
- (5) C, D

問 1 3 ガンマ線照射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1.3 mSvを超えるおそれのある区域を管理区域という。
- (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) 管理区域内の労働者の見やすい場所に、放射線業務従事者が受けた外部被ばくによる線量の測定結果の一定期間ごとの記録を掲示しなければならない。
- (5) 管理区域に一時的に立ち入る労働者についても、管理区域内において受ける外部被ばくによる線量を測定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、放射線源送出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) 放射線装置室内に設置するガンマ線照射装置で照射している場合には、数量が400 GBq未滿の放射線物質を装備している機器を使用するときを除き、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。
- (3) 100 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) 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 $20 \mu\text{Sv/h}$ 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。
- (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3 mSv以下にしなければならない。

問 1 5 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、誤っている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) 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150 mSv

(3) 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500 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
 1か月間に3 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2 mSv

問 1 6 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) 胸部 | 頭・頸部 | 胸部及び腹部 |
| (3) 手指 | 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) 頭・頸部 | 手指 | 頭・頸部及び腹部 |

問 1 7 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) 作業環境測定は、外部放射線による線量当量率又は線量当量を、原則として、放射線測定器を用いて測定しなければならない。
- (2) 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。
- (3) 作業環境測定は、原則として、1か月以内ごとに1回、定期に、行わなければならない。
- (4) 作業環境測定を行ったときは、その結果を所轄労働基準監督署長に報告しなければならない。
- (5) 作業環境測定の測定方法、測定結果等の記録は、5年間保存しなければならない。

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) 6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。
- (2) 1か月以内ごとに1回行う定期自主検査においては、放射線源送出し装置の異常の有無についても、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、放射線源のホルダーの固定装置の異常の有無についても、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1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免許に関する次のAからDまでの記述について、労働安全衛生関係法令上、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

A 満18歳に満たない者は、免許を受けることができない。

B 故意又は重大な過失により、免許業務について重大な事故を発生させたときは、免許の取消し又は免許の効力の一時停止の処分を受けることがある。

C 免許に係る業務に現に就いている者は、住所を変更したときは、免許証の書替えを受けなければならない。

D 免許証を滅失又は損傷したときは、免許証再交付申請書を労働基準監督署長に提出して免許証の再交付を受けなければならない。

(1) A, B

(2) A, C

(3) B, C

(4) B, D

○ (5) C, D

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の数値又は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。

「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、緊急作業として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) | 10 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 同位体、放射性壊変又はガンマ線の性質に関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 同位体には、安定同位体と放射性同位体がある。
- (2) 同位体どうしは、化学的性質がほぼ同じである。
- (3) 一般に、原子核の壊変に伴い、原子核から放出される電磁波をガンマ線という。
- (4) β^- 壊変では、原子番号が1減少し、質量数は変わらない。
- (5) ガンマ線は、電離作用がある。

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 ^{192}Ir 又は ^{60}Co に関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) ^{192}Ir は、 β^- 壊変を行いガンマ線を放出する放射性核種である。
- (2) ^{192}Ir は、 ^{60}Co に比べて、放出されるガンマ線のエネルギーが低い。
- (3) 線源に用いられる ^{60}Co は、円筒形ペレットになった金属コバルトを原子炉内で放射化して製造される。
- (4) ^{192}Ir の半減期は、約74日である。
- (5) ^{60}Co の半減期は、約30年である。

問 3 ガンマ線と物質との相互作用に関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 電子対生成は、ガンマ線が原子核の近傍を通過するとき、ガンマ線が消滅し、電子と陽電子の対が発生する現象である。
- (2) 光電効果により原子から飛び出す電子を光電子という。
- (3) 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。
- (4) コンプトン散乱は、ガンマ線が外殻電子にエネルギーの一部を与えて散乱し、電子が原子から飛び出す現象である。
- (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 細い平行線束の単一エネルギーのガンマ線が物体を透過するときの減弱に関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 半価層の約3.32倍の厚さが1/10価層に相当する。
- (2) 1/10価層 h (cm) と、線減弱係数 μ (cm^{-1}) の間には、 $\mu h = \log_e 10$ の関係がある。
- (3) 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。
- (4) ガンマ線のエネルギーが同じ場合、アルミニウム板の半価層は、鉛板の半価層より小さい。
- (5) 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。

- 問 5 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、誤っているものは次のうちどれか。
- (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) 伝送管は、鋼やリン青銅の線を螺旋状に巻いたフレキシブルな管で、線源容器の前方に接続する。
 - (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、電動のほか手動もある。
 - (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、数珠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 6 透過写真の撮影に用いる、線源送出し方式のガンマ線照射装置とエックス線装置(いずれも一般的な携帯式の装置)とを比較したとき、ガンマ線照射装置の特徴として、誤っているものは次のうちどれか。
- (1) 狭い場所でも使用できる。
 - (2) 被ばくの危険性が小さい。
 - (3) 解像度が比較的劣る。
 - (4) 撮影時間が比較的長い。
 - (5) 放射線の発生を止めることができない。

- 問 7 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、誤っているものは次のうちどれか。
- (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のシャッターの開閉は、遠隔操作又はタイマー操作によって行う。
 - (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) 単一方向照射式の照射装置は、線源容器の中心から表面に向かって迷路が設けられている。

- 問 8 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や点検に関し、誤っているものは次のうちどれか。
- (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) 伝送管や操作管は、なるべく真っすぐに伸ばした状態で設置するのが望ましく、曲げるときはできるだけ大きな輪を描くようにする。
- (3) 撮影が終了したときは、速やかに撮影済みのフィルムを被写体から取り出してから、線源を線源容器に格納する。
- (4) 線源を線源容器に格納したら、操作管を取り外し、線源脱落防止装置が自動的に作動して線源ホルダーを固定することを確認する。
 - (5) 作業終了後は、線源容器表面の漏れ線量率を測定してから輸送容器に収納する。

問 9 ある線源の放射能が48年で $1/3$ に減衰した。この線源のおよその半減期は次のうちどれか。

ただし、 $\log_e 2 = 0.69$ 、 $\log_e 3 = 1.10$ とする。

- (1) 28年
- (2) 30年
- (3) 32年
- (4) 34年
- (5) 36年

問 10 あるエネルギーのガンマ線に対する鉛の質量減弱係数が $0.2 \text{ cm}^2/\text{g}$ であるとき、このガンマ線に対する鉛の $1/10$ 価層に最も近い厚さは次のうちどれか。

ただし、鉛の密度は 11.4 g/cm^3 とし、 $\log_e 10 = 2.30$ とする。

- (1) 5 mm
- (2) 7 mm
- (3) 10 mm
- (4) 14 mm
- (5) 18 mm

次の科目が免除されている者は、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 ガンマ線の生体への作用に関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) ガンマ線による直接作用では、二次電子が生体高分子の電離又は励起を引き起こし、生体高分子に損傷を与える。
- (2) 生体中にシステイン、システアミンなどのSH基を有する化合物が存在すると放射線効果が軽減されることは、主に直接作用により説明される。
- (3) 生体内に存在する酸素の分圧が高くなると、ガンマ線の生体への作用が増強される。
- (4) 一定の線量を1回で被ばくする場合は、同一の線量を何回かに分け間隔をおいて被ばくする場合より、一般に影響が大きい。
- (5) ガンマ線は低LET放射線に分類され、高LET放射線のアルファ線に比べ、吸収線量が同じでも、等価線量は低い値となる。

問12 ガンマ線による放射線影響とその修復に関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) ガンマ線によるDNAの損傷には、塩基損傷とDNA鎖切断がある。
- (2) ガンマ線によるDNA鎖切断のうち、2本鎖切断はDNA鎖の組換え現象が利用されるため、1本鎖切断に比べて容易に修復される。
- (3) 損傷を受けたDNAの修復が不完全で、細胞の生命の維持に決定的な損傷を残していれば、その細胞は死滅してしまう。
- (4) DNA鎖切断のうち、二重らせんの片方だけが切れる1本鎖切断の発生頻度は、両方が切れる2本鎖切断の発生頻度より高い。
- (5) ガンマ線により損傷を受けたDNAの修復が誤って行われると、突然変異を起こすことがある。

問13 ガンマ線の被ばくによる確定的影響又は確率的影響に関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 確定的影響では、しきい線量を超えると、被ばく線量の増加とともに障害の重篤度が増す。
- (2) 確率的影響では、被ばく線量の増加とともに影響の発生率が高くなる。
- (3) 遺伝的影響は、確率的影響に分類される。
- (4) 確率的影響では、被ばく線量と影響の発生率との関係がシグモイド(S字)型の曲線で示される。
- (5) ガンマ線の被ばくによる皮膚炎は確定的影響に分類され、白血病は確率的影響に分類される。

問14 ガンマ線の被ばくによる急性影響又は晩発影響に関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 再生不良性貧血は、晩発影響に分類される。
- (2) 皮膚障害のうち紅斑は、急性影響に分類される。
- (3) 放射線宿酔は、晩発影響に分類される。
- (4) 白内障は、晩発影響に分類され、その潜伏期の長さは、被ばく線量の影響を受ける。
- (5) 晩発影響である白血病の潜伏期は、その他のがんに比べて一般に短い。

問15 ヒトが一時に全身にガンマ線の照射を受けた場合の早期影響に関する次のAからDまでの記述について、正しいものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 1～2 Gy 程度の被ばくで、放射線宿酔の症状が現れることはない。
- B 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。
- C 3～5 Gy 程度の被ばくによる死亡は、主に造血器官の障害によるものである。
- D 半致死線量(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。

- (1) A, B
- (2) A, C
- (3) B, C
- (4) B, D
- (5) C, D

問16 皮膚が大量の放射線に被ばくした場合に見られる急性症状について、これらの症状を起こす線量の少ないものから順に並べたものは、次のうちどれか。

- (1) 脱毛、潰瘍、水疱^{ほう}
- (2) 脱毛、水疱、潰瘍
- (3) 水疱、脱毛、潰瘍
- (4) 水疱、潰瘍、脱毛
- (5) 潰瘍、水疱、脱毛

問17 組織・臓器の放射線感受性に関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 皮膚は、筋肉より放射線感受性が高い。
- (2) 肺は、リンパ組織より放射線感受性が高い。
- (3) 眼の水晶体は、角膜より放射線感受性が高い。
- (4) 腸粘膜は、腎臓より放射線感受性が高い。
- (5) 唾液腺は、神経組織より放射線感受性が高い。

問18 細胞の放射線感受性に関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 一般に、形態や機能が未分化な細胞ほど放射線感受性が高い。
- (2) 細胞分裂の周期のM期(分裂期)の細胞は、S期(DNA合成期)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G₂期(分裂準備期)初期の細胞は、G₁期(DNA合成準備期)後期の細胞より放射線感受性が高い。
- (4) 小腸の腺窩細胞(クリプト細胞)は、絨毛先端部の細胞より放射線感受性が高い。
- (5) 皮膚の基底細胞層は、角質層より放射線感受性が高い。

問19 ガンマ線の被ばくによる造血組織及び血液への影響に関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 被ばくにより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) 末梢血液の血球のうち、被ばく後最も早く減少が現れるものは、リンパ球である。
- (3) 末梢血液の血球のうち、被ばく後最も遅く減少が現れるものは、赤血球である。
- (4) 末梢血液中の血小板の減少により、感染に対する抵抗力が弱くなる。
- (5) 末梢血液中の赤血球の減少により、貧血を招く。

問20 胎内被ばくに関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 着床前期に被ばくして生き残った胎児には、出生後、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) 胎内被ばくにより胎児に生じる奇形は、確定的影響に分類される。
- (5) 胎内被ばくによる胚死亡の発生のしきい線量は、ヒトでは約1 Gyである。

(終り)