

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 放射線の量又は単位に関し、次のうち誤っているものはどれか。

(1) 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。

(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) 等価線量は、人体の特定の組織・臓器が受けた吸収線量に、放射線加重係数を乗じたもので、単位として Sv が用いられる。

(4) 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・臓器ごとの組織加重係数を乗じ、これらを合計したもので、単位として Sv が用いられる。

○ (5) 等価線量と実効線量は放射線管理上の実用量であるが、直接測定することが困難であるため、それらの評価には、防護量である 1 cm 線量当量や 70 μm 線量当量が用いられる。

問 2 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) 50 keV 以下の低エネルギーのガンマ線の測定に適している。

(3) 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。

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

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

問 3 被ばく線量測定のための放射線測定器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ある。
- (2) 蛍光ガラス線量計は、放射線により生成された蛍光中心に緑色のレーザー光を当て、発生する蛍光を測定することにより、線量を読み取る。
- (3) 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。
- (4) 半導体式ポケット線量計は、固体内での放射線の電離作用を利用した線量計で、検出器にはPN接合型シリコン半導体を用いられている。
- (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、エネルギー依存性及び方向依存性が小さいので、散乱線の多い区域の測定に適している。
- (2) 電離箱式サーベイメータは、一般に、湿度の影響により零点の移動が起こりやすいので、測定に当たり留意する必要がある。
- (3) GM計数管式サーベイメータは、電離箱式サーベイメータに比べ方向依存性が大きい。
- (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、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する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 放射線測定器は、方向依存性が少ないものを使用する。
- (2) 測定者は、測定中に放射線測定器を装着する。
- (3) 位置によって測定値の変化が大きいと予測される場合は、測定点を密にとる。

- (4) 放射線測定器は、70 μm 線量当量が測定できるものを選択する。
- (5) 測定箇所には、壁等の構造物によって区切られた境界の近辺の箇所を含むようにする。

問 6 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) 光刺激ルミネッセンス線量計 …………… グロー曲線
- (5) GM計数管 …………… 電子なだれ

問 7 放射線の測定に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 気体に放射線を照射したとき、1個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、放射線の種類や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。
- (2) 線量率計の検出感度が、放射線のエネルギーによって異なる性質をエネルギー依存性という。
- (3) GM計数管の動作特性曲線において、印加電圧の変動が計数率にほとんど影響を与えない範囲をプラトーといい、GM計数管は、プラトー領域より少し高い印加電圧で使用する。
- (4) GM計数管で放射線を計数するとき、分解時間内に入射した放射線は計数されないため、その分、計数値が減少することを数え落としという。
- (5) 半導体検出器において、荷電粒子が半導体中で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である。

問 8 男性の放射線業務従事者が、透過写真撮影用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。

労働安全衛生関係法令に基づき、胸部(防護衣の下)、頭・頸部^{けい}及び手指の計3箇所^{けい}に、放射線測定器を装着して、被ばく線量を測定した結果は、次の表のとおりであった。

装着部位	測定値	
	1 cm 線量当量	70 μm 線量当量
胸部	0.2 mSv	0.3 mSv
頭・頸部	1.0 mSv	1.3 mSv
手指	—	1.3 mSv

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、その評価に用いる線量当量についての測定値から次の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・頸部における線量当量

H_b : 胸・上腕部における線量当量

H_c : 腹・大腿部における線量当量

H_m : 「頭・頸部」「胸・上腕部」「腹・大腿部」のうち被ばくが最大となる部位における線量当量

- (1) 0.1 mSv
- (2) 0.2 mSv
- (3) 0.3 mSv
- (4) 0.4 mSv
- (5) 0.5 mSv

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、1,000 cps の計数率を得た。

GM計数管の分解時間が200 μs であるとき、数え落としの値(cps)は次のうちどれか。

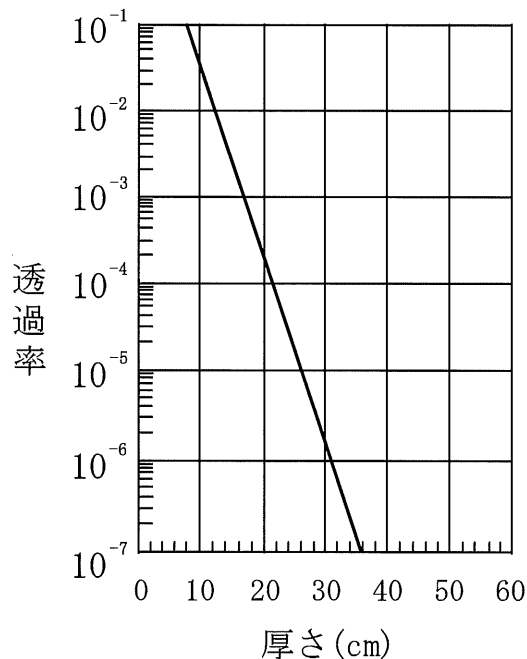
- (1) 20
- (2) 50
- (3) 170
- (4) 200
- (5) 250

問 10 次の図は、 ^{137}Cs によるガンマ線の鉄板に対する 1 cm 線量当量透過率と、鉄板の厚さとの関係を示したものである。

1 TBq の ^{137}Cs 点状線源から 2 m 離れたところの 1 cm 線量当量率を 6.92 $\mu\text{Sv/h}$ 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 ^{137}Cs 点状線源から 1 m 離れたところの 1 cm 線量当量率は、0.091 $\mu\text{Sv/h}$ とする。

- (1) 6 cm
- (2) 12 cm
- (3) 18 cm
- (4) 24 cm
- (5) 30 cm



〔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1,200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、4人選任している。
- (2) 産業医は、事業場に専属の者であって、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の1人は、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の1人は、衛生工学衛生管理者免許を受けた者のうちから選任している。
- (5) 事業場に専属の全ての衛生管理者は、衛生管理者としての業務以外の業務を兼務している。

問 1 2 透過写真撮影用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外部放射線の作業環境測定に関する次の記述のうち、労働安全衛生関係法令上、誤っているものはどれか。

- (1) 測定は、原則として、6か月以内ごとに1回、定期に、行わなければならない。
- (2) 測定は、原則として、外部放射線による1 cm線量当量率又は1 cm線量当量について行う。
- (3) 作業環境測定士の資格を有しない者でも、この測定を行うことができる。
- (4) 測定を行ったときは、その都度、測定日時、測定結果、測定結果に基づいて実施した措置の概要等一定の事項を記録し、5年間保存しなければならない。
- (5) 測定の結果は、見やすい場所に掲示する等の方法により、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。

問 1 3 透過写真撮影用ガンマ線照射装置を取り扱う次のAからDの放射線業務従事者について、管理区域内で受ける外部被ばくによる線量を測定するとき、労働安全衛生関係法令に基づく放射線測定器の装着部位が、胸部及び腹・大腿部の計2箇所であるものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が胸・上腕部であり、次に多い部位が腹・大腿部である男性
- B 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が腹・大腿部であり、次に多い部位が手指である男性
- C 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が腹・大腿部であり、次に多い部位が頭・頸部である男性
- D 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が腹・大腿部であり、次に多い部位が胸・上腕部である女性(妊娠する可能性がないと診断されたものを除く。)

(1) A, B

(2) A, C

○ (3) B, C

(4) B, D

(5) C, D

問 1 4 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する次の記述のうち、労働安全衛生関係法令上、正しいものはどれか。

- (1) 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。
 - (2) 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。
 - (3) 管理区域設定に当たっての外部放射線による実効線量の算定は、1 cm 線量当量及び 70 μm 線量当量によって行うものとする。
 - (4) 管理区域とは、実効線量が 1 か月間に 1.3 mSv を超えるおそれのある区域をいう。
- (5) 放射線装置室内で放射線業務を行う場合、その室の入口に放射線装置室である旨の標識を掲げたときであっても、これとは別に管理区域を標識により明示しなければならない。

問 1 5 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) 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。
- (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 400 GBq 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16 ガンマ線の外部被ばくによる線量の測定結果の確認、記録等に関する次の記述のうち、労働安全衛生関係法令上、誤っているものはどれか。

(1) 1日における被ばく線量が1 cm線量当量について1 mSvを超えるおそれのある労働者については、線量の測定結果を毎日確認しなければならない。

(2) 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の実効線量については、原則として、3か月ごと、1年ごと及び5年ごとの合計を算定し、記録しなければならない。

(3) 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。)の実効線量については、原則として、1か月ごと、3か月ごと及び1年ごとの合計を算定し、記録しなければならない。

○ (4) 放射線業務従事者の人体の組織別の等価線量については、6か月ごと及び1年ごとの合計を算定し、記録しなければならない。

(5) 測定結果に基づいて算定し、記録した線量は、遅滞なく、放射線業務従事者に知らせなければならない。

問17 次のAからD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全ての組合せは(1)～(5)のうちどれか。

A 管理区域の標識が労働安全衛生関係法令の規定に適合して設けられるように措置すること。

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 外部放射線を測定するための放射線測定器について、1年以内ごとに校正すること。

(1) A, B

○ (2) A, B, C

(3) A, D

(4) B, C, D

(5) C, D

問18 電離放射線健康診断の検査項目として、労働安全衛生関係法令上、規定されていないものは次のうちどれか。

- (1) 神経内科学的検査
- (2) 皮膚の検査
- (3) 白内障に関する眼の検査
- (4) 白血球数及び白血球百分率の検査
- (5) 赤血球数の検査及び血色素量又はヘマトクリット値の検査

問19 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) 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、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3年間保存しなければならない。

問 2 0 ガンマ線照射装置の放射線源として用いる放射性物質を管理区域の外において運搬するときに使用する容器の構造及び表示に関し、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) 容器は、厚生労働大臣の承認を受けたときを除き、その表面における 1 cm 線量当量率が 2 mSv/h を超えない構造を具備するものでなければならない。
- (2) 容器は、厚生労働大臣の承認を受けたときを除き、その表面から 1 m の距離における 1 cm 線量当量率が 0.3 mSv/h を超えない構造を具備するものでなければならない。
- (3) 容器には、放射性物質を入れるものである旨を表示しなければならない。
- (4) 容器には、運搬する放射性物質の種類及び気体、液体又は固体の区別を明記しなければならない。
- (5) 容器には、運搬する放射性物質に含まれる放射性同位元素の種類及び数量を明記しなければならない。

(午前終了)

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) 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。

(2) 電子捕獲では、原子番号が1減少し、質量数は変わらない。

(3) α 壊変では、原子番号が2減少し、質量数が4減少する。

○ (4) β^+ 壊変では、原子番号が1増加し、質量数は変わらない。

(5) 同位体どうしは、陽子数が同じである。

問 2 透過写真撮影用ガンマ線照射装置の線源に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

(1) ^{60}Co は、 ^{137}Cs に比べて、放出されるガンマ線のエネルギーが高い。

(2) ^{60}Co の半減期は、 ^{169}Yb の半減期より長い。

(3) ^{192}Ir は、 ^{137}Cs に比べて、放出されるガンマ線のエネルギーが低い。

(4) ^{192}Ir の半減期は、 ^{137}Cs の半減期より短い。

○ (5) ^{192}Ir は、 ^{169}Yb に比べて、放出されるガンマ線のエネルギーが低い。

- 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) 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、一對の電子と陽電子が発生する現象である。
 - (2) 光電効果が起こる確率は、ガンマ線のエネルギーが高くなるほど低下する。
 - (3) コンプトン効果によって散乱されたガンマ線は、入射ガンマ線のエネルギーが高くなるほど前方に散乱されやすくなる。
 - (4) 光電効果により原子から放出される電子を反跳電子という。
 - (5) 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。

- 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) $1/10$ 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。
 - (2) 質量減弱係数は、線減弱係数 μ (cm^{-1}) を材料の密度 ρ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$) で除したものである。
 - (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) 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線減弱係数の値は小さくなる
 - (5) 半価層の値は、ガンマ線の線量率が高くなるほど大きくなる。

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、次のうち正しいものはどれか。

(1) コリメーターは、伝送管の先端に取り付け、線源ホルダーが伝送管の先端に到達したときにこれを停止させるためのものである。

(2) 線源脱落防止装置は、線源ホルダーを照射管に移動させたときに、線源ホルダーを固定するためのものである。

(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、電動用には線源の位置を示す装置が付いているが、手動用には付いていない。

(4) 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、操作器に接続する。

○ (5) 警報装置は、照射装置のシャッターが開かれたときや線源が所定の位置から移動したときに、その状態を周知させるためのものである。

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) 狭い場所では使用できない。

(2) 被ばくの危険性が大きい。

(3) 解像度が比較的劣る。

(4) 撮影時間が比較的長い。

(5) 放射線の発生に電源を必要としない。

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、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 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・点検に関し、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) 伝送管を設置するときは、できるだけ真っ直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。
- (5) 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。

問 9 最初500GBqであった放射性核種(半減期102日)が、壊変して25MBq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 単一エネルギーの細い線束のガンマ線に対する鋼板の半価層の厚さを h とし、 $1/10$ 価層の厚さを H とするとき、両者の関係を表す近似式として、適切なものは次のうちどれか。

ただし、 $\log_e 2 = 0.69$ $\log_e 5 = 1.61$ として計算するものとする。

- (1) $H \doteq 1.6 h$
- (2) $H \doteq 2.3 h$
- (3) $H \doteq 3.3 h$
- (4) $H \doteq 4.4 h$
- (5) $H \doteq 5.0 h$

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 放射線の細胞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) 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。
- (2) 細胞分裂の周期のG₁期(DNA合成準備期)後期の細胞は、G₂期(分裂準備期)初期の細胞より放射線感受性が高い。
- (3) 細胞分裂のS期(DNA合成期)初期の細胞は、G₁期(DNA合成準備期)初期の細胞より放射線感受性が高い。
- (4) 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。
- (5) 将来の細胞分裂の回数が多い細胞ほど、放射線感受性は一般に高い。

問12 組織加重係数に関する次のAからDの記述のうち、正しいものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 組織加重係数は、各臓器・組織の確率的影響に対する相対的な放射線感受性を表す係数である。
 - B 組織加重係数が最も大きい組織・臓器は、脳である。
 - C 各臓器・組織に対応する組織加重係数の合計は1である。
 - D 被ばくした組織・臓器の平均吸収線量に組織加重係数を乗ずることにより、等価線量を得ることができる。
- (1) A, B
 - (2) A, C
 - (3) B, C
 - (4) B, D
 - (5) C, D

問 1 3 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、正しいものはどれか。

- (1) 確率的影響では、被ばく線量が増加すると、影響の重篤度が増す。
- (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指数関数で示される。
- (3) 発がん[○]と遺伝的影響は、確率的影響である。
- (4) 確定的影響の発生確率は、実効線量により評価される。
- (5) しきい線量は、確率的影響には存在するが、確定的影響には存在しない。

問 1 4 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) 1～2 Gy 程度の被ばくでは、放射線宿酔の症状が現れることはない。
- (2) 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。
- (3) 被ばくから死亡までの期間は、一般に、造血器官の障害による場合の方が、消化器官の障害による場合より短い。
- (4) ヒトの末梢血液^{しょう}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。
- (5) ヒトが全身に LD_{50/60}に相当する線量を被ばくしたときの主な死因は、造血器官の障害である。

問15 放射線の晩発影響に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 晩発影響に共通する特徴の一つとして、影響の重篤度が被ばく線量に依存しないことがある。
- (2) 晩発影響に共通する特徴の一つとして、影響を発現させる被ばく線量に、しきい値がないことがある。
- (3) 晩発影響の一つである発がんのうち、白血病は、その他のがんに比べて潜伏期が極めて長い。
- (4) 放射線による皮膚障害のうち、脱毛は晩発影響に分類される。
- (5) 再生不良性貧血は、晩発影響であり、かつ、確定的影響である。

問16 組織・臓器の放射線感受性に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 皮膚は、筋肉より放射線感受性が高い。
- (2) 白血球は、末梢血液しょう中の方が、骨髓中よりも放射線感受性が高い。
- (3) 皮膚の基底細胞層は、角質層より放射線感受性が高い。
- (4) 骨組織は、一般に放射線感受性が低いが、小児では比較的高い。
- (5) 脳の神経組織の放射線感受性は、成人では低いが、胎児では高い時期がある。

問 1 7 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) 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。

○ (2) 水晶体前面の上皮は、再生系組織である。

(3) 白内障の潜伏期の長さは、被ばく線量に依存しない。

(4) 白内障は、確率的影響である。

(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 1 8 ガンマ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) ガンマ線光子と生体内の水分子を構成する原子との相互作用の結果生成されたラジカルが、直接、生体高分子に損傷を与える作用が直接作用である。

(2) ガンマ線光子によって生じた二次電子が、生体高分子の電離又は励起を行い、生体高分子に損傷を与える作用が間接作用である。

○ (3) ガンマ線のような低 LET 放射線が生体に与える影響は、直接作用によるものより間接作用によるものの方が大きい。

(4) 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。

(5) 溶液中の酵素の濃度を変えて一定線量のガンマ線を照射するとき、酵素の濃度が減少するに従って酵素の全分子のうち不活性化される分子の占める割合が増加することは、直接作用により説明される。

問 19 胎内被ばくに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 器官形成期の被ばくでは、奇形が生じることがある。
- (2) 胎児期の被ばくでは、出生後、精神発達遅滞がみられることがある。
- (3) 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。
- (4) 胎内被ばくのうち、奇形の発生するおそれが最も大きいのは、胎児期の被ばくである。
- (5) 胎児は成人に比べて放射線による発がんの感受性が高く、胎児期の被ばくによって、出生児の白血病など発がんのリスクが高まる。

問 20 生体に対する放射線効果に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 酸素増感比(OER)は、生体内に酸素が存在しない状態と存在する状態とで同じ生物学的効果を与える線量の比であり、酸素効果の大きさを表すときに用いられる。
- (2) 生物学的効果比(RBE)は、線質の異なる放射線を被ばくした各々の生物集団の生存率の比であり、線質の異なる放射線による生物学的効果を比較するとき用いられる。
- (3) 一般に、温度が上昇すると放射線の生物学的効果は大きくなり、これを温度効果という。
- (4) 線量率効果とは、同一線量の放射線を照射した場合でも、線量率の高低によって生物学的効果の大きさが異なることをいう。
- (5) ガンマ線及びエックス線では、放射線加重係数の値は1である。

(終り)