

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 放射線の測定用語に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 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である。
- (2) 入射放射線の線量率が低く、測定器の検出限界に達しないことにより計測されないことを数え落としという。
- (3) 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、気体の種類にあまり依存せず、放射線のエネルギーに応じてほぼ一定の値をとる。
- (4) 線量率計の積分回路の時定数は、線量率計の指示の即応性に関係した定数で、時定数の値を小さくすると、指示値の相対標準偏差は小さくなるが、応答速度は遅くなる。
- (5) 測定器の指針が安定せず、ゆらぐ現象をフェーディングという。

問 2 放射線の測定に用いる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) シンチレータとして用いられるヨウ化ナトリウム結晶は、微量のタリウムを混入させて活性化されている。
- (2) シンチレータに放射線が入射すると、可視領域の減衰時間の短い光が放射される。
- (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は、入射した放射線の線量率に比例する。
- (5) 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を安定化させる必要がある。

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うち、誤っているものはどれか。

- (1) 熱ルミネッセンス線量計は、放射線に曝されたフッ化リチウム等の検出素子を加熱して発する蛍光を利用したもので、線量の読取りを繰り返し行うことはできない。
- (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PN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(OSL)線量計は、放射線に曝された硫酸カルシウムの検出素子に光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) 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もので、随時、線量の読取りを行うことができる。
- (5) 蛍光ガラス線量計は、放射線に曝された銀活性リン酸塩ガラス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、線量の読取りを繰り返し行うことができる。

問 4 放射線に関連した量とその単位の組合せとして、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 吸収線量 …………… Gy
- (2) 線減弱係数 …………… m^{-1}
- (3) カーマ …………… Gy
- (4) LET …………… eV
- (5) 等価線量 …………… Sv

問 5 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	0.4 mSv	0.5 mSv
頭・頸部	1.3 mSv	1.5 mSv
手指	—	1.5 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、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」及び「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) 0.2mSv
- (2) 0.3mSv
- (3) 0.4mSv
- (4) 0.5mSv
- (5) 0.6mSv

問 6 気体の電離を利用する放射線検出器の印加電圧と生じる電離電流の特性に対応した次のAからDの領域について、出力電流の大きさが入射放射線による一次電離量に比例し、放射線の検出に利用される領域として、正しいものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 再結合領域
- B 電離箱領域
- C 比例計数管領域
- D GM計数管領域

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

問 7 GM計数管に関する次の記述のうち、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、有機ガス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 GM計数管式サーベイメータによりガンマ線を測定し、1000cps 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、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 9 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、計数率の標準偏差(cps)を表すものは、次のうちどれか。

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

問 10 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) 測定点には、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。
- (2) 測定点の高さは、作業床面上約 1 m の位置とする。
- (3) 測定は、あらかじめ計算により求めた線量率の低い箇所から逐次高い箇所へと行っていく。
- (4) フィルムバッジ等の積算型の放射線測定器を用いて測定することはできない。
- (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。

〔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600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、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) この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任している。
- (5) この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の免許を有している。

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) 作業環境測定の結果は、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13 電離放射線健康診断に関し、電離放射線障害防止規則上、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 管理区域に一時的に立ち入るが、放射線業務に常時従事していない労働者に対しても、健康診断を行わなければならない。
- (2) 雇入れ又は放射線業務に配置替えの際に行う健康診断においては、検査項目のうち、使用する線源の種類等に応じて、白内障に関する眼の検査を省略することができる。
- (3) 定期の健康診断において、医師が必要でないと認めるときは、被ばく歴の有無（被ばく歴を有する者については、作業の場所、内容及び期間、放射線障害の有無、自覚症状の有無その他放射線による被ばくに関する事項）の調査及びその評価を除く健康診断項目の全部又は一部について省略することができる。
- (4) 健康診断の項目に異常の所見があると診断された労働者については、その結果に基づき、健康を保持するため必要な措置について、健康診断が行われた日から3か月以内に、医師の意見を聴かななければならない。
- (5) 健康診断の結果に基づき、電離放射線健康診断個人票を作成し、原則として、30年間保存しなければならない。

問 1 4 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、免許に係る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 1 5 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。

問16 次のAからDの場合について、労働安全衛生関係法令上、所轄労働基準監督署長にその旨又はその結果を報告しなければならないものの全ての組合せは、(1)～(5)のうちどれか。

- A ガンマ線透過写真撮影作業主任者を選任した場合
- B 放射線装置室を設置し、又はその使用を廃止した場合
- C 放射線装置室内の遮へい物がガンマ線の照射中に破損し、かつ、その照射を直ちに停止することが困難な事故が発生した場合
- D ガンマ線照射装置を用いて行う透過写真の撮影の業務に従事する労働者5人を含めて40人の労働者を常時使用する事業場において、定期の電離放射線健康診断を行った場合

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

問 1 7 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、放射線源送だ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 1 8 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 9 次の放射線業務(ガンマ線照射装置を取り扱う業務)従事者と、その者が管理区域内で受ける外部被ばくによる線量を測定するために、放射線測定器を装着すべき全ての部位の組合せとして、労働安全衛生関係法令上、誤っているものはどれか。

- (1) 最も多く放射線に曝^{さら}されるおそれのある部位が胸・上腕部であり、次に多い部位が頭・頸^{けい}部である男性の放射線業務従事者 …………… 胸部
- (2) 最も多く放射線に曝されるおそれのある部位が手指であり、次に多い部位が頭・頸部である女性(妊娠する可能性がないと診断されたものを除く。)の放射線業務従事者 …………… 手指及び腹部
- (3) 最も多く放射線に曝されるおそれのある部位が腹・大^{たい}腿部であり、次に多い部位が頭・頸部である男性の放射線業務従事者 …………… 腹・大腿部及び胸部
- (4) 最も多く放射線に曝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の放射線業務従事者 …………… 腹・大腿部及び胸部
- (5) 最も多く放射線に曝されるおそれのある部位が手指であり、次に多い部位が頭・頸部である男性の放射線業務従事者 …………… 手指、頭・頸部及び胸部

問 2 0 透過写真撮影用ガンマ線照射装置の定期自主検査に関し、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) 線源容器のシャッター及びこれを開閉するための装置の異常の有無については、原則として、1か月以内ごとに1回、定期に、自主検査を行わなければならない。
- (2) 放射線源のホルダーの固定装置の異常の有無については、原則として、1か月以内ごとに1回、定期に、自主検査を行わなければならない。
- (3) 線源容器の遮へい能力の異常の有無については、原則として、6か月以内ごとに1回、定期に、自主検査を行わなければならない。
- (4) 1か月以内ごとに1回、定期に行った自主検査については、検査の結果等を記録し、これを1年間保存しなければならない。
- (5) 6か月以内ごとに1回、定期に行った自主検査については、検査の結果等を記録し、これを3年間保存しなければならない。

(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 同位体又は放射性壊変に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。
- (1) 同位体どうしは、質量数が異なる。
 - (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) 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。

問 2 放射性核種 ^{60}Co 、 ^{169}Yb 、 ^{192}Ir について、放出される主なガンマ線のエネルギーの大きい順に並べたものは次のうちどれか。

- (1) $^{169}\text{Yb} > ^{192}\text{Ir} > ^{60}\text{Co}$
- (2) $^{60}\text{Co} > ^{169}\text{Yb} > ^{192}\text{Ir}$
- (3) $^{60}\text{Co} > ^{192}\text{Ir} > ^{169}\text{Yb}$
- (4) $^{192}\text{Ir} > ^{60}\text{Co} > ^{169}\text{Yb}$
- (5) $^{192}\text{Ir} > ^{169}\text{Yb} > ^{60}\text{Co}$

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) 入射ガンマ線のエネルギーが中性子 1 個の静止質量に相当するエネルギー以上になると、電子及び陽電子を生じる電子対生成が起こるようになる。
- (2) コンプトン効果は、ガンマ線光子と原子の軌道電子とが衝突し、電子が原子の外に飛び出し、光子が運動の方向を変える現象である。
- (3) コンプトン効果による散乱ガンマ線は、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) 光電効果は、原子の軌道電子がガンマ線光子のエネルギーを吸収して原子の外に飛び出し、光子が消滅する現象である。
- (5) 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。

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する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 半価層 h (cm) は、線減弱係数 μ (cm^{-1}) に反比例する。
- (2) 半価層は、ガンマ線のエネルギーが変わっても変化しない。
- (3) 半価層は、ガンマ線の線量率が高くなると大きくなる。
- (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) 1/10 価層 H (cm) と半価層 h (cm) との間には、

$$H = \frac{\log_e 2}{\log_e 10} h$$

の関係がある。

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式における再生係数(ビルドアップ係数) B を表す式として、正しいものは(1)~(5)のうちどれか。

ただし、 I_P 、 I_S は、次のガンマ線の強度を表すものとする。

I_P : 物体を直進して透過し、測定点に到達した透過線の強度

I_S : 物体により散乱されて、測定点に到達した散乱線の強度

○ (1) $B = 1 + \frac{I_S}{I_P}$

(2) $B = 1 + \frac{I_P}{I_S}$

(3) $B = 1 - \frac{I_S}{I_P}$

(4) $B = \frac{I_P}{I_S} - 1$

(5) $B = \frac{I_P}{I_S}$

問 6 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構造に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

(1) 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。

(2) コリメーターは、伝送管の先端に取り付けて、利用線錐の^{すい}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。

(3) 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。

(4) 操作器は、線源の送り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。

○ (5) 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。

- 問 7 透過写真撮影用ガンマ線照射装置の種類又は形式に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。
- (1) P形装置は、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) 単一方向照射式では、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。
 - (4) 単一方向照射式の照射口には、通常、シャッターが備えられており、撮影時のみシャッターを開きガンマ線を照射する。
 - (5) 線源送出し照射式(線源送出し方式)では、パノラマ撮影が可能である。

- 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、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。
 - (4) 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。
 - (5) 作業終了後は、線源の格納状態や線源脱落防止装置の作動状況を点検するとともに、漏れ線量率を測定してから運搬容器に収納する。

問 9 最初320GBq であった放射性核種(半減期32日)の160日後の量は、次のうちどれか。

- (1) 8 GBq
- (2) 9 GBq
- (3) 10GBq
- (4) 11GBq
- (5) 12GBq

問 10 ^{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固定して、一定の方向に1回平均2分間の照射を1週間につき90回実施する場合、照射方向における線源から管理区域の境界までの距離に最も近いものは次のうちどれか。

ただし、線源から1 mの距離における照射時の1 cm線量当量率を26mSv/h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) 22 m
- (2) 24 m
- (3) 26 m
- (4) 28 m
- (5) 30 m

次の科目が免除されている受験者は、問 1 1～問 2 0 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 1 1 ガンマ線の生体への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) ガンマ線による間接作用では、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などのS H化合物が存在すると、ガンマ線の生体への作用が軽減される。
- (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) 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場合、酵素の全分子数のうち不活性化されるものの占める割合は、酵素の濃度が増すに従って減少する。
- (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と比べ、吸収線量が同じでも、等価線量は低い値となる。

問 1 2 放射線被ばくによる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、正しいものはどれか。

- (1) 人が全身に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。
- (2) 造血器官である骨髄のうち、脊椎の中にあり、造血幹細胞の分裂頻度がきわめて高いものは脊髄である。
- (3) ヒト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。
- (4) 末梢血液中の血球のうち、被ばく後減少が現れるのが最も遅いものは血小板である。
- (5) 末梢血液中の赤血球の減少は貧血を招き、血小板の減少は感染に対する抵抗力を弱める原因となる。

問 1 3 放射線感受性に関する次の記述のうち、ベルゴニー・トリボンドーの法則に従っていないものはどれか。

- (1) 皮膚の基底細胞層は、角質層より感受性が高い。
- (2) 小腸の腺窩細胞(クリプト細胞)は、絨毛先端部の細胞より感受性が高い。
- (3) リンパ球は、骨髓中だけでなく、末梢血液中においても感受性が高い。
- (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) 神経組織から成る脳の放射線感受性は、成人では低い、胎児では高い時期がある。

問 1 4 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15 次のAからDの放射線による身体的影響について、その発症にしきい線量が存在するものの全ての組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 白血病
- B 永久不妊
- C 放射線宿酔
- D 放射線皮膚炎

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

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) 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 7 生体に対する放射線効果に関する次の A から D 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 組織加重係数は、各組織・臓器の確率的影響に対する相対的なリスクを表す係数である。

B 倍加線量は、放射線照射により、突然変異率を自然における値の 2 倍にする線量であり、その値が大きいほど遺伝的影響は起こりやすい。

C 酸素増感比(O E R)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。

D 生物学的効果比(R B E)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に用いられる。

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

問 1 8 次の A から C の人体の組織・器官について、放射線感受性の高いものから順に並べたものは(1)～(5)のうちどれか。

A 毛のう

B 小腸粘膜

C 甲状腺

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

問19 ヒトが一時に全身にガンマ線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) 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。
- (4) $LD_{50/60}$ 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。
- (5) 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。

問20 放射線による遺伝的影響等に関する次のAからD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 生殖細胞の突然変異には、遺伝子突然変異と染色体異常がある。
 - B 遺伝子の染色体異常は、正常な染色体の配列の一部が逆になることなどにより生じる。
 - C 胎児期の被ばくによる奇形や発育不全は、遺伝的影響に分類される。
 - D 遺伝的影響は、確定的影響に分類される。
- (1) A, B
 - (2) A, C
 - (3) A, D
 - (4) B, C
 - (5) B, D

(終り)