

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、誤っているものはどれか。

- (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、シリコン結晶の場合は、約3.6 eVである。
- (2) GM計数管の特性曲線において、印加電圧を上げてても計数率がほとんど変わらない平坦な部分をプラトー^{たん}といい、プラトー領域の印加電圧では、入射ガンマ線による一次電離量に比例した大きさの出力パルスが得られる。
- (3) GM計数管の不感時間あるいは分解時間内で、次の放射線が入射した場合に弁別レベル以上の出力パルスが出力されないことを数え落としという。
- (4) 時定数を小さくすると応答速度は速くなるが、計数率が低い場合、指示値のばらつきが大きくなる。
- (5) 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等しくなるまでに要する時間を回復時間という。

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。
- (2) 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。
- (3) シンチレータから放射された光の最大放出波長は約420 nm、1光子の発生に必要な平均エネルギーは約30 eVである。
- (4) 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。
- (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のうち、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) 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測定器で、線量の読取りは随時行うことができる。
- (3) 光刺激ルミネッセンス(OSL)線量計は、ラジオフォトルミネッセンスを利用した線量計で、検出素子にはフッ化カルシウムなどが用いられている。
- (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測定器で、線量の読取りは専用のリーダを用いて行う。

問 4 放射線に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 放射線に関する量は、その目的に応じて異なった量が定義されており、物理量、防護量、実用量の3つの量に大別される。
- (2) カーマは、物理量である。
- (3) 吸収線量は、防護量である。
- (4) 1 cm 線量当量及び70 μm 線量当量は、実用量である。
- (5) ガンマ線の放射線加重係数は、1 である。

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AからDの記述について、誤っているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

A 測定点は、壁等の構造物によって区切られた領域の中央部とガンマ線装置の周囲の床面上1.5 mの位置の数箇所とする。

B 放射線測定器として、サーベイメータのほかフィルムバッジ等の積算型放射線測定器を用いることができる。

C 測定器は、1 cm線量当量及び70 μm 線量当量の両方が測定できるものでなければならない。

D 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。

(1) A, B

(2) A, C

(3) B, C

(4) B, D

(5) C, D

問 6 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 7 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) \sqrt{N}
- (2) \sqrt{N}/t
- (3) $\sqrt{N/t}$
- (4) \sqrt{N}/t^2
- (5) N/t^2

問 8 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) GM計数管 …………… 電子なだれ
- (4) 半導体検出器 …………… 電子・正孔対
- (5) シンチレーション検出器 …………… グロー曲線

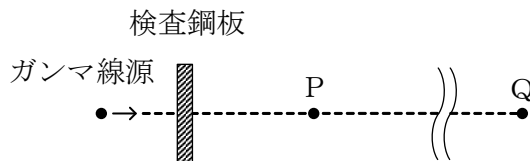
問 9 蛍光ガラス線量計に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 測定可能な線量の範囲は、熱ルミネセンス線量計より広く、 $0.1 \mu\text{Sv} \sim 100 \text{ Sv}$ 程度である。
- (2) 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) 発光量を一度読み取った後も蛍光中心は消滅しないので、再度読み取ることができる。
- (4) 素子は、光学的アニーリングを行うことにより、再度使用することができる。
- (5) 素子には、硫酸マグネシウムなどの蛍光物質が用いられており、湿度の影響を受けやすい。

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 1 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 15 mSv/h である。

露出時間が 1 枚につき 200 秒の写真を週 35 枚撮影するとき、線源から管理区域の境界線上の Q 点までの距離に最も近い値は (1) ~ (5) のうちどれか。

ただし、3 か月は 13 週とし、線源容器等からの散乱線の影響は無視するものとする。



- (1) 13 m
- (2) 15 m
- (3) 17 m
- (4) 19 m
- (5) 21 m

〔関係法令〕

問 1 1 常時60人の労働者を使用する金属製品製造業の事業場の安全衛生管理体制として、法令上、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 総括安全衛生管理者を選任する必要はない。
- (2) 衛生管理者を1人以上選任しなければならない。
- (3) 安全衛生推進者を選任する必要はない。
- (4) 産業医を選任する必要はない。
- (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することができる。

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 μm 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 μm 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 μm 線量当量率又は70 μm 線量当量について行うものとする。

問 1 3 透過写真撮影用ガンマ線照射装置を用いる放射線業務に常時従事する労働者で管理区域に立ち入るものに対して行う電離放射線健康診断(以下「健康診断」という。)の実施について、電離放射線障害防止規則に違反しているものは次のうちどれか。

- (1) 健康診断は、雇入れ又は放射線業務に配置替えの際及びその後6か月以内ごとに1回、定期的に、実施している。
- (2) 雇入れの際の健康診断において、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」を省略している。
- (3) 定期の健康診断において、医師が必要でないと認めた労働者に対し、「皮膚の検査」を省略している。
- (4) 定期の健康診断において、健康診断を行おうとする日の属する年の前年1年間に受けた実効線量が10 mSvを超えず、かつ、当該健康診断を行おうとする日の属する1年間に受ける実効線量が10 mSvを超えるおそれのない労働者に対し、医師が必要と認めなかったため、「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」を除く他の項目を省略した。
- (5) 事業場において実施した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、その結果に基づき、健康を保持するために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、医師の意見を聴取し、その意見を電離放射線健康診断個人票に記載した。

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所轄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 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) 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5 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) 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200 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 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 未満の放射性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 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。
- (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 7 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) 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 8 ガンマ線照射装置を用いて放射線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) 管理区域は、外部放射線による実効線量が3か月間につき3 mSv を超えるおそれのある区域である。
- (2) 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。
- (3) 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は、管理区域を標識により明示する必要はない。
- (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 9 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、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、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20 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 ガンマ線の作業環境測定を、管理区域について行った場合

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 実効線量が15 mSv を超えるおそれのある区域が生じていない場合も含め、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

(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、正答は一間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、その波長に反比例する。
- (2) ガンマ線の波長 λ と振動数 ν との間には、光の速度を c とすると、

$$\lambda \nu = c$$

の関係が成立する。

- (3) ガンマ線とエックス線は、エネルギーの大小ではなく、その発生過程の違いによって区別する。
- (4) ベータ線とガンマ線では、ベータ線の方が透過力が強い。
- (5) ガンマ線は、電磁波と光子の二面性を持っている。

問 2 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) 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減少し、質量数は変わらない。
- (5) 同位体どうしは、陽子数が異なる。

問 3 透過写真撮影用ガンマ線照射装置の線源に関し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) ^{192}Ir の半減期は、 ^{137}Cs の半減期より短い。
- (2) ^{60}Co の半減期は、約30年である。
- (3) ^{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。
- (4) ^{192}Ir の半減期は、約74日である。
- (5) ^{192}Ir の半減期は、 ^{169}Yb の半減期より長い。

問 4 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) コンプトン効果によって散乱したガンマ線の波長は、入射ガンマ線の波長より長い。
- (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) 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。
- (4) 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。
- (5) 光電効果が起こると、特性エックス線が二次的に発生する。

問 5 単一エネルギーの細いガンマ線束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、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厚くなる。
- (4) 半価層の 5 倍に相当する厚さが 1/10 価層である。
- (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 6 太い線束のガンマ線を遮へい体に照射したときの減弱を表す式における再生係数に関し、誤っているものは次のうちどれか。
- (1) 再生係数は、線束の広がり大きいほど大きい。
 - (2) 再生係数は、遮へい体の厚さが厚いほど大きい。
 - (3) 再生係数は、入射ガンマ線のエネルギーに応じて異なる値をとる。
 - (4) 再生係数は、遮へい体の物質に応じて異なる値をとる。
- (5) 再生係数の値は、1より小さい。

- 問 7 線源送だ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。
- (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 8 透過写真撮影用ガンマ線照射装置の種類又は形式に関し、次のうち正しいものはどれか。

- (1) 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。
- (2) F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。
- (3) P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。
- (4) M形の照射装置は、移動回転半径が3 m以下の車輪、固定装置及びつり金具を備えた移動式装置である。
- (5) 線源送出し照射式(線源送出し方式)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。

問 9 最初800 GBqであった放射性核種(半減期74日)が、壊変して1 MBqとなるのは、およそ何年後か。

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

- (1) 1年後
- (2) 2年後
- (3) 4年後
- (4) 8年後
- (5) 16年後

- 問 1 0 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、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、線源脱落防止装置を作動させ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、線源容器表面の漏れ線量率を測定してから運搬容器に収納する。

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 放射線による生物学的効果に関する次の現象のうち、放射線の間接作用によって説明することができないものはどれか。
- (1) 生体中に存在する酸素の分圧が高くなると、放射線の生物学的効果は増大する。
 - (2) 温度が低下すると、放射線の生物学的効果は減少する。
 - (3) 生体中にシステイン、システアミンなどのSH基をもつ化合物が存在すると、放射線の生物学的効果が軽減される。
 - (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とき、不活性化される酵素の分子数は酵素の濃度に比例する。
 - (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、酵素の全分子数のうち、不活性化される分子の占める割合は増大する。

問 1 2 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 平均致死線量は、ある組織・臓器の個々の細胞を死滅させる最小線量を、その組織・臓器全体にわたり平均した線量で、この値が大きい組織・臓器の放射線感受性は高い。
- B 半致死線量は、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。
- C 全致死線量は、半致死線量の2倍に相当する線量であり、この線量を被ばくした個体は数時間～数日のうちに死亡してしまう。
- D OER (酸素増感比)とは、酸素が存在しない状態と存在する状態とを比較し、同じ生物学的効果を与える線量の比で、酸素効果の大きさを表すものである。

- (1) A, C
- (2) A, D
- (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、誤っているものはどれか。

- (1) 確率的影響では、被ばくした集団中の影響の発生確率は、被ばく線量の増加とともに増加する。
- (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、シグモイド曲線で示される。
- (3) 遺伝的影響は、確率的影響に分類される。
- (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 ヒトが一時に全身にガンマ線被ばくを受けた場合の早期影響に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 2 Gy 以下の被ばくでは、放射線宿酔の症状が現れることはない。
- (2) 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。
- (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) 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。
- (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15 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) 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。
- (2) 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。
- (3) 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。
- (4) 末梢血液中のリンパ球を除く白血球は、被ばく直後は一時増加したようにみえることがある。
- (5) 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。

問 1 6 放射線の晩発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) 晩発影響である白血病の潜伏期は、その他のがん比べて一般に短い。
- (2) 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なないものがある。
- (3) 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。
- (4) 晩発影響には、確率的影響に分類されるものと、確定的影響に分類されるものがある。
- (5) 再生不良性貧血は、晩発影響である。

問 1 7 人体の組織・器官を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) 骨髄 毛のう 筋肉 汗腺
- (2) 毛のう リンパ組織 甲状腺 筋肉
- (3) 神経線維 甲状腺 リンパ組織 皮膚
- (4) リンパ組織 皮膚 甲状腺 神経線維
- (5) 皮膚 骨髄 肝臓 筋肉

問 1 8 放射線による生体への影響について、その発症にしきい線量が存在するものみの組合せは次のうちどれか。

- (1) 精神発達遅滞 白血病 放射線皮膚炎
- (2) 脱毛 奇形 遺伝的影響
- (3) 白血病 不妊 精神発達遅滞
- (4) 不妊 放射線皮膚炎 奇形
- (5) 遺伝的影響 脱毛 胚死亡^{はい}

問 1 9 細胞の放射線感受性に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 細胞分裂の周期の中で、S 期(DNA 合成期)初期は、S 期後期より放射線感受性が高い。
- (2) 細胞分裂の周期の中で、S 期後期は、M 期(分裂期)より放射線感受性が高い。
- (3) 細胞分裂の周期の中で、 G_1 期(DNA 合成準備期)初期は、 G_2 期(分裂準備期)後期より放射線感受性が高い。
- (4) 細胞に放射線を照射したときの線量を横軸に、細胞の生存率を縦軸にとってグラフにすると、ほとんどの哺乳動物細胞では指数関数型となる。
- (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 2 0 放射線による遺伝的影響などに関する次の A から D の記述について、正しいものの全ての組合せは(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 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、その値が大きいほど遺伝的影響は起こりにくい。
 - D 胎内被ばくを受け出生した子供にみられる全ての放射線影響は、遺伝的影響に分類される。
- (1) A, B
 - (2) A, C
 - (3) A, D
 - (4) B, C
 - (5) A, B, C

(終り)