

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3.6eVである。
- (2) 入射放射線によって気体中に作られたイオン対のうち、電子が電界によって強く加速され、更に多くのイオン対を発生させることを気体(ガス)増幅といい、比例計数管やGM計数管による測定に利用される。
- (3) 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。
- (4) 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。
- (5) 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とともに線量の読み取り値が減少していく現象をフェーディングという。

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であり、単位は Gy が用いられる。
- (2) カーマは、電離放射線の照射により、単位質量の物質中に生成された荷電粒子の電荷の総和であり、単位は Gy が用いられる。
- (3) 等価線量は、人体の特定の組織・臓器当たりの吸収線量に、放射線の種類とエネルギーに応じて定められた放射線加重係数を乗じたもので、単位は 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・臓器の相対的な放射線感受性を示す組織加重係数を乗じ、これらを合計したもので、単位は Sv が用いられる。
- (5) eV(電子ボルト)は、放射線のエネルギーの単位として用いられ、1 eV は約 1.6×10^{-19} Jに相当する。

問 3 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) 吸収線量は、物理量である。
- (3) カーマは、防護量である。
- (4) 1 cm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 4 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。
- (2) 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。
- (3) シンチレーションにおいて、1つの光子の発生に必要な平均エネルギーは、約30eVである。
- (4) シンチレータにガンマ線が入射すると、紫外領域の減衰時間の長い光が放射される。
- (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は安定化する必要がある。

問 5 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) 光刺激ルミネセンス(OSL)線量計は、輝尽性蛍光を利用した線量計で、素子には炭素添加酸化アルミニウムなどが用いられている。
- (2) 熱ルミネセンス線量計(TLD)は、放射線照射後、素子を加熱することによって発する蛍光の強度から線量を読み取る線量計で、線量を読み取ると素子から情報が消失してしまうので、1回しか線量を読み取ることができない。
- (3) 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。
- (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、検出器としてPN接合型シリコン半導体を用いられている。
- (5) 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。

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設定のための外部放射線の測定箇所の選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1年以内に校正されているものを用いる。
- (2) 測定点は、1 cm 線量当量又は1 cm 線量当量率が最大になると予測される箇所を測定箇所を含める。
- (3) 測定器は、1 cm 線量当量又は1 cm 線量当量率が測定できるものとする。
- (4) 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。
- (5) 測定点の高さは、作業床面上約1メートルの位置とする。

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) GM計数管の分解時間内で、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。
- (2) GM計数管では、入射放射線のエネルギーを分析することができる。
- (3) GM計数管の不感時間は、100～200 μs 程度である。
- (4) GM計数管の特性曲線において、印加電圧の変動が計数率にほとんど影響を与えない平坦部をプラトーといい、プラトーが長く、傾斜が小さいほど、計数管としての性能は良い。
- (5) GM計数管は、プラトー部分の中心部より少し低い印加電圧で使用する。

問 8 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) 半導体式サーベイメータは、小形で高感度であり、かつ、ガンマ線のエネルギー分析が可能である。
- (2) 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。
- (3) 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。
- (4) 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。
- (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。

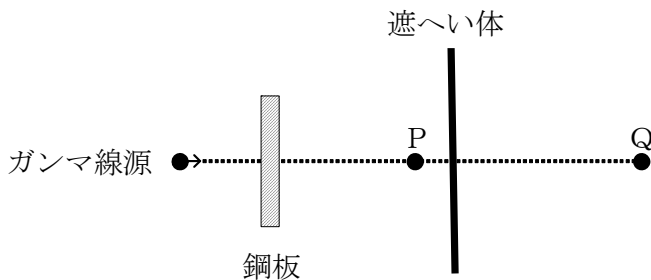
問 9 ある放射線測定器を用いて t 秒間放射線を測定し、計数値 N を得たとき、計数値の標準偏差を表すものは、次のうちどれか。

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

問 10 下図のように透過写真撮影用ガンマ線照射装置を用いて鋼板の透過写真撮影を行うとき、ガンマ線源から 2 m の距離にある P 点における写真撮影中の 1 cm 線量当量率は $640 \mu\text{Sv/h}$ である。

この装置を使って、露出時間が 1 枚につき 2 分の写真を週 300 枚撮影するとき、P 点の後方に遮へい体を設けることにより、ガンマ線源から P 点の方向に 4 m の距離にある Q 点が管理区域の境界線上にあるようにすることのできる遮へい体の厚さは、次のうちどれか。

ただし、遮へい体の半価層は 10 mm とし、3 か月は 13 週とする。



- (1) 5 mm
- (2) 15 mm
- (3) 25 mm
- (4) 30 mm
- (5) 40 mm

〔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に関する次の記述のうち、法令上、誤っているものはどれか。

- (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 電離放射線健康診断に関する次の記述のうち、法令上、誤っているものはどれか。

- (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、定期に、実施しなければならない。
- (2) 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は、健康診断を行わなくてよい。
- (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) 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、健康診断実施日から3か月以内に、医師の意見を聴かなければならない。
- (5) 健康診断を受けた労働者に対し、異常の所見がないと診断された者を除き、遅滞なく、当該健康診断の結果を通知しなければならない。

問 1 3 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する次の記述のうち、法令上、誤っているものはどれか。

- (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) 外部放射線による線量当量率又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 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する次の記述のうち、法令上、誤っているものはどれか。

- (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 $20\mu\text{Sv/h}$ 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) 100TBq 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 500GBq 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に関する次の記述のうち、法令上、誤っているものはどれか。

ただし、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) 男性が受ける実効線量の限度は、5年間につき100 mSv、かつ、1年間につき50 mSv である。
- (2) 男性が皮膚に受ける等価線量の限度は、1年間につき500 mSv である。
- (3) 男性が眼の水晶体に受ける等価線量の限度は、1年間につき300 mSv である。
- (4) 女性(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は、3か月間につき5 mSv である。
- (5) 妊娠と診断された女性が腹部表面に受ける等価線量の限度は、妊娠中につき2 mSv である。

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 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

問17 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、頭・頸部及び腹部の計2箇所であるものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

ただし、女性については、妊娠する可能性がないと診断されたものを除くものとする。

- A 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が手指であり、次に多い部位が腹部である女性
- B 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が頭・頸部であり、次に多い部位が手指である女性
- 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^{たい}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頭・頸部であり、次に多い部位が胸部である女性

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

問18 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する次の記述のうち、法令上、誤っているものはどれか。

- (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、放射線源のホルダーの固定装置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20 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0.3mSv/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、その振動数に反比例する。
- (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する。
- (4) アルファ線、ベータ線及びガンマ線の中で、透過力が最も弱いものはアルファ線である。
- (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し、次のうち誤っているものはどれか。

- (1) 同位体どうしは、原子番号が異なる。
- (2) 同位体どうしは、質量数が異なる。
- (3) 同位体どうしは、陽子数が同じである。
- (4) α 壊変では、原子番号が2減少し、質量数が4減少する。
- (5) β^- 壊変では、原子番号が1増加する。

問 3 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又は⁶⁰Coに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) ¹⁹²Ir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) 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。
- (3) 線源に用いられる⁶⁰Co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) ¹⁹²Irの半減期は、約74日である。
- (5) ⁶⁰Coの半減期は、約3年である。

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) 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。
- (2) ガンマ線が光子として軌道電子と衝突し、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をコンプトン効果という。
- (3) 電子対生成は、入射ガンマ線のエネルギーが、電子1個の静止質量に相当するエネルギー以上であるときに生じる。
- (4) コンプトン効果により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。
- (5) 光電効果が発生する確率は、物質の原子番号が大きくなるほど増大する。

問 5 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 $H(\text{cm})$ と半価層 $h(\text{cm})$ との間には、

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

の関係がある。

(2) エネルギーが 1MeV 程度までのガンマ線に対する鉄の半価層の値は、ガンマ線のエネルギーが高くなるほど大きくなる。

(3) 半価層 $h(\text{cm})$ は、減弱係数 $\mu(\text{cm}^{-1})$ に反比例する。

○ (4) 半価層の値は、ガンマ線の線量率が高くなると大きくなる。

(5) 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、鉛板の半価層より大きい。

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、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らせん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 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) 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。
- (2) 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。
- (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) 線源送出し方式の照射装置は、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。
- (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 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) 被ばくの危険性が大きい。
- (3) 解像度が比較的劣る。
- (4) 撮影時間が短い。
- (5) 放射線の発生を止めることができない。

問 10 最初900GBqであった放射性核種(半減期74日)が、壊変して1 GBqとなるのは、およそ何年後か。

ただし、 $\log_e 2 = 0.69$ 、 $\log_e 3 = 1.10$ 、 $\log_e 10 = 2.30$ とする。

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

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 放射線の生体に対する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。
 - (2) 生体中にシステインなどの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、直接作用により説明される。
 - (3) ガンマ線のような低LET放射線では、間接作用より直接作用の方が、生体に与える影響に大きく関与している。
 - (4) 間接作用では、ガンマ線によって生じた二次電子が水分子に作用し、生じたラジカルが生体高分子に損傷を与える。
 - (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たもの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12 放射線の生体影響などに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。
- (1) ガンマ線の放射線加重係数は、エックス線の放射線加重係数よりも大きい。
 - (2) 平均致死線量は、被ばくした集団のうち50%の個体が一定の期間内に死亡する線量である。
 - (3) 半致死線量は、被ばくした集団のすべての個体が一定の期間内に死亡する最小線量の50%に相当する線量である。
 - (4) 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放射線感受性を表す係数であり、組織加重係数の合計は1である。
 - (5) 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。

問 1 3 放射線の被ばくによる確率的影響と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、障害の重篤度が大きくなる。
- (2) 確定的影響は、実効線量により評価される。
- (3) 放射線防護の目的の一つとして、確率的影響の発生を完全に防止することがある。
- (4) 確定的影響では、被ばくした集団中の影響の発生率が被ばく線量に比例する。
- (5) 確率的影響には、がんと遺伝的影響がある。

問 1 4 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) 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) 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 であると推定されている。
- (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) $LD_{50/60}$ に相当する線量の被ばくでは、被ばくしたヒトのうち約半数のヒトが、60日以内に、主に造血器官の障害により死亡する。
- (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 1 5 ガンマ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、誤っているものはどれか。

- (1) 末梢血液中の血球は、リンパ球を除いて、造血器官中の未分化な細胞より放射線感受性が低い。
 - (2) 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。
 - (3) 人の末梢血液中の有形成分の変化は、0.25Gy 程度の被ばくから認められる。
 - (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) 骨髄のうち、白色骨髄は、造血機能をもち、放射線感受性がきわめて高い。

問 1 6 人体の組織・器官を放射線感受性の高い方から順に並べたものは次のうちどれか。

- (1) 小腸粘膜 汗腺 筋肉
- (2) 甲状腺 骨髄 神経組織
- (3) 甲状腺 汗腺 神経組織
- (4) 小腸粘膜 甲状腺 汗腺
- (5) 骨髄 甲状腺 毛のう

問 1 7 放射線による生物学的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) 生物学的効果比(RBE)は、基準となる放射線と問題にしている放射線について、各々の同一線量を被ばくしたときの集団の生存率の比により、線質の異なる放射線の生物学的効果の大きさを比較したものである。
- (2) 酸素増感比(OER)は、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により、酸素効果の大きさを表したものである。
- (3) RBEは放射線の線エネルギー付与(LET)の増加とともに増大し、100 keV/μm 付近で最大値を示すが、更にLETが大きくなるとRBEは減少していく。
- (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) 温度が上昇すると放射線の生物効果は大きくなり、低温にすると生物効果は小さくなることを温度効果という。

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) 白血病 | 永久不妊 | 放射線宿酔 |
| ○ (2) 永久不妊 | 放射線皮膚炎 | 脱毛 |
| (3) 放射線宿酔 | 甲状腺がん | 遺伝的影響 |
| (4) 精神発達遅滞 | 胚死亡 ^{はい} | 白血病 |
| (5) 永久不妊 | 乳がん | 遺伝的影響 |

問19 胎内被ばくに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 着床前期に被ばくして生き残った胎児には、出生後、精神発達遅滞がみられる。
- (2) 器官形成期の被ばくは、奇形を起こすおそれはないが、出生後、身体的な発育遅延が生じるおそれがある。
- (3) 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。
- (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) 胎内被ばくによる奇形の発生のしきい線量は、ヒトでは1 Gy 程度である。

問20 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、 G_1 期(DNA合成準備期)後期は、 G_2 期(分裂準備期)初期より放射線感受性が低い。
- (2) 細胞分裂の周期の中で、S期(DNA合成期)後期は、M期(分裂期)より放射線感受性が高い。
- (3) 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。
- (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低い。
- (5) 皮膚の基底細胞層は、角質層より放射線感受性が低い。

(終り)