

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。
- 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をいい、単位は J/kg で、その特別な名称として 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電荷の総和であり、単位は J/kg で、その特別な名称として Gy が用いられる。
- (3) 等価線量は、人体の特定の組織・臓器の吸収線量に、放射線の線質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 J/kg で、その特別な名称として 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、単位は J/kg で、その特別な名称として 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使用され、1 eV は約  $1.6 \times 10^{-19}$  J に相当する。

問 2 ガンマ線の量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、防護量及び実用量の三つの量に大別される。
- (2) カーマは、物理量である。
- (3) 実効線量は、防護量である。
- (4) 等価線量は、実用量である。
- (5) 吸収線量は、物理量である。

- 問 3 放射線の測定などの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) 気体に放射線を照射したとき、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) 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) 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。
  - (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、計測値が減少することを数え落としという。
  - (5) 計数率計の積分回路の時定数は、計数率計の指示の即応性に関係した定数で、時定数の値を大きくすると、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。

問 4 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<sup>さら</sup>されたフッ化リチウムなどの検出素子を加熱して発する蛍光を利用したもので、線量の読み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、放射線照射の後、素子を光で刺激することによって生じる輝尽性蛍光を利用した測定器で、検出器にはPN接合型シリコン半導体が用いられる。
- (4) 蛍光ガラス線量計は、放射線照射により形成された蛍光中心に紫外線を当て、生じる蛍光を測定することにより線量を読み取る測定器で、素子には銀活性リン酸塩ガラスが用いられる。
- (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、線量の読み取りは専用のリーダーを用いて行う。

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、正しいものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 測定は、1 cm 線量当量及び70  $\mu\text{m}$  線量当量について行う。
  - B 測定点の高さは、作業床面上約1 mの位置とする。
  - C あらかじめバックグラウンド値を調査しておき、これを測定値に加算して補正した値を測定結果とする。
  - D 放射線測定器として、サーベイメータのほか、積算型放射線測定器を用いることができる。
- (1) A, B
  - (2) A, C
  - (3) B, C
  - (4) B, D
  - (5) C, D

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、正しいものは次のうちどれか。

- (1) 電離箱 …………… ガス増幅
- (2) 比例計数管 …………… 窒息現象
- (3) GM計数管 …………… 電子なだれ
- (4) シンチレーション検出器 …………… 緑色レーザー光
- (5) フリッケ線量計 ……………  $\epsilon$  値

問 7 GM計数管に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) GM計数管の内部には電離気体として用いられる空気のほか、放射線によって生じる放電を短時間で消滅させるための消滅(クエンチング)ガスとしてアルゴンなどの希ガスが混入されている。
- (2) 回復時間は、入射放射線により一度放電し、一時的に検出能力が失われた後、パルス波高が弁別レベルまで回復するまでの時間で、GM計数管が測定できる最大計数率に関係する。
- (3) プラトーが長く、その傾斜が大きいプラトー特性のGM計数管は、一般に性能が優れている。
- (4) GM計数管は、プラトー部分の中心部より高い印加電圧で使用する。
- (5) 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ない。

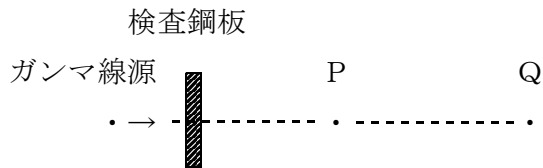
- 問 8 ガンマ線の測定に用いるシンチレーション検出器に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。
- (1) シンチレータには、高純度のシリコン半導体結晶が用いられる。
  - (2) シンチレータにガンマ線が入射すると、可視領域の減衰時間の短い光が放射される。
  - (3) シンチレーションにおいて、1つの光子の発生に必要な平均エネルギーは、約1 eVである。
  - (4) 光電子増倍管から得られる出力パルス波高は、入射ガンマ線の線量率に比例する。
  - (5) 光電子増倍管の増倍率は、印加電圧が変動しても影響を受けない。

- 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 図のように、 $^{192}\text{Ir}$ 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 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常時従事する労働者20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500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は、全て衛生管理者としての業務以外の業務を兼任している。
- (5) 事業場に専属の衛生管理者は、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 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  $\mu\text{m}$  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  $\mu\text{m}$  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  $\mu\text{m}$  線量当量率又は70  $\mu\text{m}$  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(以下「健康診断」という。)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するときは、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、健康診断が行われた日から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 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 1 5 ガンマ線照射装置を取り扱う放射線業務従事者と、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る全ての部位との組合せとして、法令上、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 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、次に多い部位が頭・頸部<sup>けい</sup>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、次に多い部位が腹・大腿部<sup>たい</sup>である男性の放射線業務従事者 …………… 胸部及び頭・頸部
- (3) 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、次に多い部位が頭・頸部である男性の放射線業務従事者 …………… 胸部及び手指
- (4) 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。) …………… 腹部
- (5) 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。) …………… 腹部及び頭・頸部

問 1 6 透過写真撮影用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 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、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) 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) 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 500 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 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労働者を就かせるときに行わなければならない特別の教育の科目として、労働安全衛生関係法令上、定められていないものは次のうちどれか。

- (1) 透過写真の撮影の作業の方法
- (2) ガンマ線照射装置の構造
- (3) ガンマ線照射装置の取扱いの方法
- (4) 電離放射線の生体に与える影響
- (5) 放射線測定器の機能及びその取扱い方法

問19 放射線業務従事者の被ばく限度として、法令上、正しいものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 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200 mSv、かつ、1年間に50 mSv
- B 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。)の放射線業務従事者が受ける実効線量の限度  
..... 3か月間に5 mSv
- C 緊急作業に従事する男性の放射線業務従事者が皮膚に受ける等価線量の限度 ..... 当該緊急作業に従事する間に500 mSv
- D 緊急作業に従事する男性の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 ..... 当該緊急作業に従事する間に300 mSv

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

問20 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、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、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。

(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 ガンマ線を放出する核種である $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 及び $^{192}\text{Ir}$ に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 半減期が最も短いものは、 $^{192}\text{Ir}$ である。
- (2) 最もエネルギーの大きいガンマ線を放出するものは、 $^{60}\text{Co}$ である。
- (3) 半減期が最も長いものは、 $^{137}\text{Cs}$ である。
- (4) 最もエネルギーの小さいガンマ線を放出するものは、 $^{192}\text{Ir}$ である。
- (5)  $^{137}\text{Cs}$ のガンマ線のエネルギーは、およそ1 MeVである。

問 2 ガンマ線と物質との相互作用に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 光電効果が起こる確率は、入射ガンマ線のエネルギーが高くなると大きくなる。
- (2) コンプトン効果により反跳電子が発生する。
- (3) コンプトン効果により散乱するガンマ線の散乱角は、 $0\sim 90^\circ$ の間に分布する。
- (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に等しい。
- (5) エネルギーが $0.5\sim 1\text{ MeV}$ のガンマ線は、主に電子対生成によって減弱する。

問 3 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) 半価層の値は、ガンマ線の線量率が高くなると小さくなる。
- (2) 半価層の値は、物体を構成する元素の種類が変わっても変化しない。
- (3) 半価層の値は、ガンマ線のエネルギーが変わっても変化しない。
- (4) 半価層  $h$  (cm) と減弱係数  $\mu$  ( $\text{cm}^{-1}$ ) との間には、 $\mu h = \log_e 2$  の関係がある。
- (5) 1/10価層の値は、半価層の値の5倍に相当する。

問 4 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を表す場合に用いられる再生係数(ビルドアップ係数)に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 再生係数は、1未満となることはない。
- (2) 再生係数は、線束の広がりが大きいかほど大きくなる。
- (3) 再生係数は、入射ガンマ線のエネルギーや物質の種類によって異なる。
- (4) 再生係数は、物質の厚さが厚くなるほど大きくなる。
- (5) 再生係数は、入射ガンマ線の線量率が高くなるほど大きくなる。

問 5 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、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。
- (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 6 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する次の記述のうち、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) 線源送出し照射式(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 7 最初500 GBqであった放射性核種(半減期102日)が、壊変して25 MBq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 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・点検に関する次の記述のうち、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。
- (5) 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。

問 9 同位体、放射性壊変又はガンマ線の性質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) 同位体どうしは、化学的性質がほぼ同じである。
- (3) ガンマ線は、原子核の壊変に伴い、原子核から放出される電磁波である。
- (4)  $\beta^-$ 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、電磁波と粒子の双方の性質を有している。

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 $0.4 \text{ cm}^2/\text{g}$ 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 $11.4 \text{ g/cm}^3$ 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 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(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。
- (2) 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用いられる。
- (3) 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。
- (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。

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) 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幹細胞より放射線感受性が低い。
- (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) 人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 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 組織加重係数は、どの組織・臓器においても 1 より小さい。

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 4 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) 確率的影響の発生確率は、実効線量により評価される。

(4) 遺伝的影響は、確定的影響に分類される。

(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 5 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) 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<sub>50/60</sub>)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 1 6 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、晩発影響である。

問17 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 放射線皮膚障害

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

問18 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) 胎内被ばくを受け出生した子供にみられる発育遅延は、遺伝的影響である。
- (3) 器官形成期の被ばくは、胎児に奇形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、確率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、ヒトでは約5 Gyである。

問19 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を軽減させる。
- (4) 溶液中の酵素の濃度を変えて一定線量の放射線を照射するとき、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放射線を照射するとき、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20 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

(終り)