

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。
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 1.6×10^{-19} J に相当する。

問 2 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) 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。

(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が用いられている。

(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ーを用いて行う。

問 3 ガンマ線の測定に用いるサーベイメータの特徴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、正しいものは(1)～(5)のうちどれか。

ただし、「シンチレーション式サーベイメータ」は、「NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータ」であるものとし、エネルギー補償型ではないものとする。

「電離箱式サーベイメータ、GM計数管式サーベイメータ及びシンチレーション式サーベイメータのうち、エネルギー依存性が最も小さいものは□ A □式サーベイメータ、測定可能な最低線量率が最も低いものは□ B □式サーベイメータである。

また、方向依存性が最も小さいものは□ C □式サーベイメータである。」

- | | A | B | C |
|-------|----------|----------|----------|
| ○ (1) | 電離箱 | シンチレーション | 電離箱 |
| (2) | 電離箱 | GM計数管 | シンチレーション |
| (3) | GM計数管 | 電離箱 | シンチレーション |
| (4) | シンチレーション | シンチレーション | 電離箱 |
| (5) | シンチレーション | GM計数管 | GM計数管 |

問 4 GM計数管に関し、次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、通常アルゴンなど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 5 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、微量のタリウムを含有させて活性化されている。

(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 6 熱ルミネセンス線量計(TLD)と蛍光ガラス線量計(RPLD)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 素子には、TLDではフッ化リチウム、硫酸カルシウムなどが、RPLDでは銀活性リン酸塩ガラスが用いられる。

B TLDの方が、RPLDより素子間の感度のばらつきが少なく、フェーディングも小さい。

C 線量の読み取りは、RPLDでは繰り返し行うことができるが、TLDでは線量を読み取ることによって素子から情報が消失してしまうため、1回しか行うことができない。

D TLDの素子は1回しか使用することができないが、RPLDの素子は、使用后加熱処理を行うことにより、再度使用することができる。

(1) A, B

○ (2) A, C

(3) B, C

(4) B, D

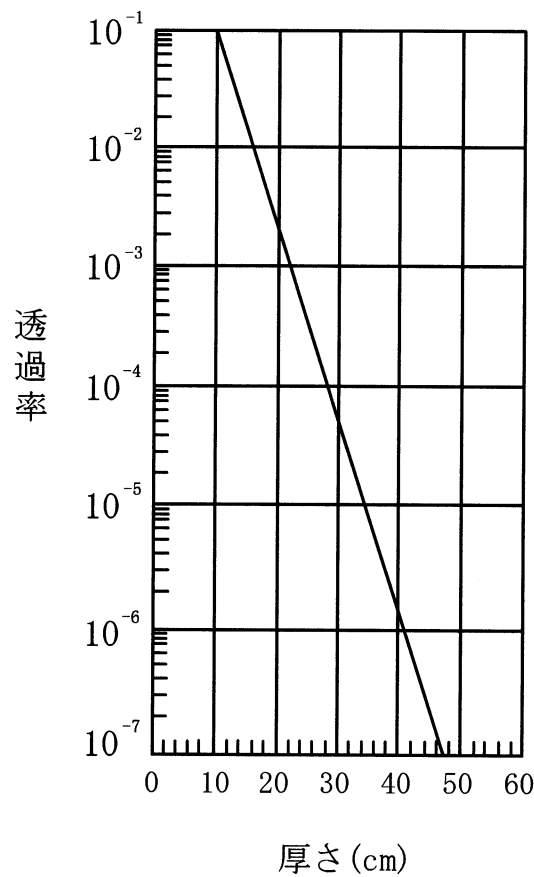
(5) C, D

問 7 次の図は、 ^{60}Co によるガンマ線の鉄板に対する透過率と、鉄板の厚さとの関係を示したものである。

3 TBq の ^{60}Co 点状線源から 3 m 離れたところの 1 cm 線量当量率を $5.6 \mu\text{Sv/h}$ にするために必要とする鉄板のおおよその厚さは(1)～(5)のうちどれか。

ただし、1 MBq の ^{60}Co 点状線源から 1 m 離れたところの 1 cm 線量当量率は、 $0.354 \mu\text{Sv/h}$ とする。

- (1) 20 cm
- (2) 25 cm
- (3) 30 cm
- (4) 35 cm
- (5) 40 cm



問 8 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) 放射線が気体中で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) 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エネルギーをG値といい、100 eV程度である。

(3) 放射線計測において、測定しようとする放射線以外の、自然又は人工線源からの放射線を、バックグラウンド放射線という。

(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) 計測器がより高位の標準器又は基準器によって次々と校正され、国家標準につながる経路が確立されていることをトレーサビリティといい、放射線測定器の校正は、トレーサビリティが明確な基準測定器又は基準線源を用いて行う必要がある。

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) $\sqrt{N/t}$

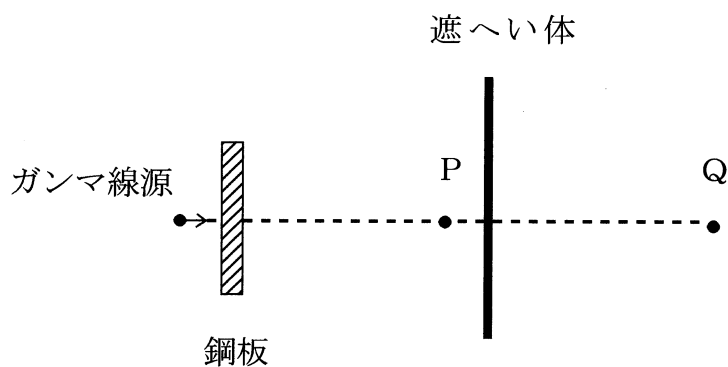
(4) \sqrt{N}/t^2

(5) N/t^2

問 10 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 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、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) 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、1人は、衛生工学衛生管理者の免許を有している。

問12 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 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ので、「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 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 5 透過写真撮影用ガンマ線照射装置を用いて放射線業務を行う作業場の管理区域に該当する部分の作業環境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。

「作業場のうち管理区域に該当する部分について、 A 以内(ガンマ線照射装置を固定して使用する場合において使用の方法及び遮へい物の位置が一定しているとき、又は、3.7ギガベクレル以下の放射性物質を装備している機器を使用するときは、 B 以内)ごとに 1 回、定期的に、作業環境測定を行い、その都度、測定日時、測定箇所、測定結果、 C 等一定の事項を記録し、5年間保存しなければならない。」

- | | A | B | C |
|-------|------|------|-------------------|
| ○ (1) | 1 か月 | 6 か月 | 放射線測定器の種類、型式及び性能 |
| (2) | 1 か月 | 6 か月 | ガンマ線照射装置の種類及び型式 |
| (3) | 6 か月 | 1 年 | 放射線測定器の種類、型式及び性能 |
| (4) | 6 か月 | 1 か月 | ガンマ線照射装置の種類及び型式 |
| (5) | 6 か月 | 1 年 | 測定結果に基づき実施した措置の概要 |

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すべての組合せは、(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 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、定められていない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。

問18 次のAからEの事項について、電離放射線障害防止規則において、ガンマ線透過写真撮影作業主任者の職務として規定されているものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 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に対し、特別の教育を行うこと。
- B 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。
- C 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。
- D 作業環境測定の結果を、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ること。
- E 外部被ばく線量を測定するための放射線測定器が法令の規定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。

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

問19 透過写真撮影用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) 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。
- (3) 管理区域内に一時的に立ち入る労働者については、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) 管理区域内の労働者の見やすい場所に、外部被ばくによる線量を測定するための放射線測定器の装着に関する注意事項、事故が発生した場合の応急の措置等放射線による労働者の健康障害の防止に必要な事項を掲示しなければならない。

問20 透過写真撮影用ガンマ線照射装置の事故に対する緊急措置に関する次の文中の□内に入れるAからCの語句又は数値の組合せとして、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。

「放射線源が線源容器から脱落する事故が発生した場合は、事故によって受ける実効線量が□A□を超えるおそれのある区域から、直ちに、労働者を退避させなければならない。この場合、緊急作業として脱落した放射線源を線源容器その他の容器に収納する作業に労働者を従事させるときは、□B□を設ける等の措置を講じ、かつ、□C□等を使用させることにより当該作業に従事する労働者と放射線源との間に適当な距離を設けなければならない。」

- | | A | B | C |
|-------|--------|--------|------------------|
| (1) | 5 mSv | 管理区域 | 鉗子 ^{かん} |
| (2) | 5 mSv | 管理区域 | 線源ホルダー |
| (3) | 5 mSv | 遮へい物 | 線源ホルダー |
| ○ (4) | 15 mSv | 遮へい物 | 鉗子 |
| (5) | 15 mSv | 立入禁止区域 | コリメーター |

(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 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し、次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 2 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 3 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装置の照射口には、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)の照射装置は、パノラマ撮影が可能である。

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、正しいものはどれか。

(1) コンプトン効果は、主にK殻電子と光子との相互作用により生じる。

(2) 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、後方に散乱されやすくなる。

(3) 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。

○ (4) 光電効果によって原子から放出される光電子の運動エネルギーは、入射ガンマ線のエネルギーより小さい。

(5) エネルギーが約1 MeVのガンマ線は、主に電子対生成によって減弱する。

- 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取扱いに関し、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) 伝送管や操作管を設置するときは、できるだけ真っす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 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し、次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 7 あるエネルギーのガンマ線に対する半価層が 5 mm の遮へい板 P、10 mm の遮へい板 Q、15 mm の遮へい板 R があり、板厚はともに 10 mm である。

これらを用いた次の A から D の遮へい体により、このガンマ線を遮へいするとき、遮へい効果の高いものから順に並べたものは (1) ~ (5) のうちどれか。

A 遮へい板 P を 2 枚重ねた遮へい体

B 遮へい板 Q を 3 枚重ねた遮へい体

C 遮へい板 P 1 枚と遮へい板 Q 1 枚と遮へい板 R 1 枚を重ねた遮へい体

D 遮へい板 Q 2 枚と遮へい板 R 2 枚を重ねた遮へい体

○ (1) $A > C > D > B$

(2) $A > D > C > B$

(3) $B > A > C > D$

(4) $B > C > D > A$

(5) $C > D > A > B$

問 8 最初 500 GBq であった放射性核種 (半減期 128 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 9 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 μm 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、フィルムバッジなどの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 10 同位体、放射性壊変又はガンマ線の性質に関し、次のうち誤っているものはどれか。

(1) 同位体どうしは、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) β^- 壊変では、原子番号が1増加し、質量数は変わらない。

(5) ガンマ線は、粒子の性質を示すことはない。

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 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12 次のAからCまでの人体の組織・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13 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、骨髄中だけでなく、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、成人では低いが、胎児では高い時期がある。

問14 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15 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、正しいもののすべての組合せは(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 小児が被ばくした場合でも、その子孫に遺伝的影響が生じるおそれがある。
- D 放射線照射により、突然変異率を自然における値の2倍にする線量を倍加線量といい、ヒトでは約0.05 Gyである。

(1) A, B

(2) A, C

(3) B, D

(4) C, D

○ (5) A, B, C

問16 ヒトが一時に全身に放射線の照射を受けた場合の早期影響に関する次の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 1～2 Gy程度の被ばくで、放射線宿酔の症状が現れることはない。
- B 被ばくから死亡までの期間は、一般に消化器官の障害による場合の方が、造血器官の障害による場合より短い。
- C 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。
- D 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。

(1) A, B

(2) A, C

○ (3) B, C

(4) B, D

(5) C, D

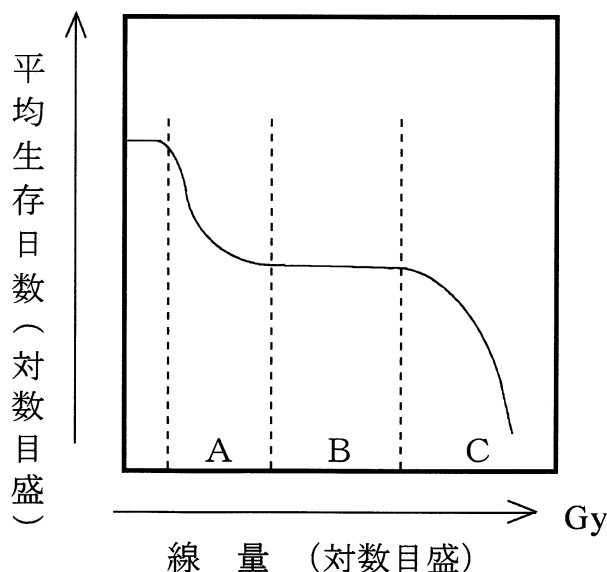
問17 胎内被ばくに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 着床前期の被ばくでは、胚の死亡が起こることがあるが、被ばくしても生き残り、発育を続けて出生した子供には、被ばくによる影響はみられない。
- (2) 器官形成期の被ばくでは、奇形が発生することがある。
- (3) 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。
- (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) 胎内被ばくを受け出生した子供にみられる精神発達遅滞は、確率的影響に分類される。

問18 下図は、マウスの全身に大線量のガンマ線を一回照射した後の平均生存日数と線量との関係を示したものである。

図中のAからCの領域に関する(1)～(5)の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) LD_{50/30}に相当する線量は、Aの領域にある。
- (2) Aの領域における主な死因は、消化器官の障害である。
- (3) 被ばく線量3 Gyは、Bの領域にある。
- (4) Bの領域における平均生存日数は、1か月程度であり、線量にかかわらずほぼ一定である。
- (5) 被ばく線量10 Gyは、Cの領域にある。



問 19 ガンマ線の生体に対する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) ガンマ線による直接作用では、ガンマ線によって飛び出した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) ガンマ線による間接作用では、ガンマ線によって飛び出した二次電子が水分子の電離又は励起を引き起こしてラジカルを生成し、そのラジカルが生体高分子に損傷を与える。
- (3) 低温下では、直接作用による放射線効果は減少するが、間接作用による放射線効果は影響を受けない。
- (4) 生体中にシステインなどのSH基をもつ化合物が存在するとガンマ線の生物学的効果が軽減されることは、間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、酵素の全分子数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、間接作用により説明される。

問 20 生物学的効果比(RBE)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 RBEは、基準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である。
- B RBEを求めるときの基準放射線としては、通常、アルファ線が用いられる。
- C RBEの値は、同じ線質の放射線であっても、着目する生物学的効果、線量率などの条件によって異なる。
- D 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。

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

(終り)