

受験番号	
------	--

# ガンマ線透過写真撮影作業主任者免許試験

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4時間で、試験問題は問1～問40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3時間で、試験問題は問1～問30です。
- 5 試験開始後、1時間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。

[ガンマ線による透過写真の撮影の作業に関する知識]

問 1 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) 電流 …………… A
- (2) 吸収線量 …………… Gy
- (3) カーマ ……………  $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$
- (4) 粒子フルエンス ……………  $\text{m}^{-2}$
- (5) LET …………… eV

問 2 放射線検出器とそれに関係の深い用語との組合せとして、正しいものは次のうちどれか。

- (1) 電離箱 …………… グロー曲線
- (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 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) 熱ルミネセンス線量計は、放射線に曝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、線量の読取りを繰り返し行うことができる。
- (2) 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線量計で、素子には銀活性リン酸塩ガラスが用いられる。
- (3) 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。
- (4) 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。
- (5) 電荷蓄積式(D I S)線量計は、電荷を蓄積する不揮発性メモリ素子(M O S F E T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 4 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、アルコール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、一つの光子の発生に必要な平均エネルギーは、約 $3.6\text{eV}$ 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 6 放射線防護のための被ばく線量の算定に関する次の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 外部被ばくによる実効線量は、法令に基づき放射線測定器を装着した各部位の $1\text{ cm}$ 線量当量及び $70\text{ }\mu\text{m}$ 線量当量を用いて算定する。
  - B 妊娠中の女性の腹部表面の等価線量は、腹・大腿部における $1\text{ cm}$ 線量当量により算定する。
  - C 皮膚の等価線量は、ガンマ線については $70\text{ }\mu\text{m}$ 線量当量により算定する。
  - D 眼の水晶体の等価線量は、ガンマ線については $1\text{ mm}$ 線量当量により算定する。
- (1) A, B, C
  - (2) A, C, D
  - (3) A, D
  - (4) B, C
  - (5) B, D

問 7 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) 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。
- (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 8 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<sup>たい</sup>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<sup>けい</sup>及び手指の計3箇所<sup>けい</sup>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

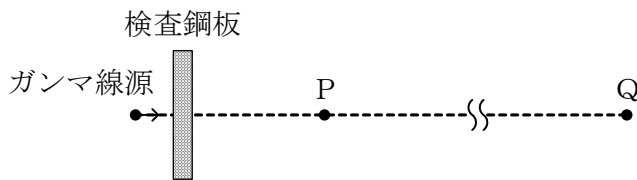
$H_m$  : 「頭・頸部」、「胸・上腕部」及び「腹・大腿部」のうち被ばくが最大となる部位における線量当量

- (1) 0.2 mSv
- (2) 0.3 mSv
- (3) 0.4 mSv
- (4) 0.5 mSv
- (5) 0.6 mSv

問 9 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20 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) 18 m
- (2) 20 m
- (3) 22 m
- (4) 24 m
- (5) 26 m

問 10 あるサーベイメータを用いて50秒間ガンマ線を測定し、1,200 cpsの計数率を得た。

この計数率の標準偏差(cps)に最も近い値は、次のうちどれか。

- (1) 0.7
- (2) 5
- (3) 24
- (4) 34
- (5) 245

〔関係法令〕

問 1 1 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、労働安全衛生関係法令上、正しいものはどれか。

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し、また、被ばく限度に関する経過措置の適用はないものとする。

- (1) 男性の放射線業務従事者が受ける実効線量の限度は、5年間に100 mSv、かつ、1年間に30 mSvである。
- (2) 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は、1年間に500 mSvである。
- (3) 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は、1年間に300 mSvである。
- (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は、1か月間に5 mSvである。
- (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は、妊娠中に3 mSvである。

問 1 2 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、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 最も多く放射線に曝<sup>さら</sup>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<sup>けい</sup>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<sup>さら</sup>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<sup>さら</sup>されるおそれのある部位が腹・大腿<sup>たい</sup>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<sup>さら</sup>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<sup>さら</sup>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 1 3 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、労働安全衛生関係法令上、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蔽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、遮蔽壁等の遮蔽物を設けて、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 4 透過写真撮影用ガンマ線照射装置の定期自主検査に関する次の記述のうち、労働安全衛生関係法令上、誤っているものはどれか。

- (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、定期的に、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、定期的に、自主検査を行わなければならない。
- (3) 線源容器の遮蔽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、定期的に、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、定期的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、定期的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。

問 1 5 ガンマ線透過写真撮影作業主任者免許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) 第一種放射線取扱主任者免状の交付を受けた者は、ガンマ線透過写真撮影作業主任者免許を受けていなくても、ガンマ線透過写真撮影作業主任者として選任することができる。
- (2) ガンマ線透過写真撮影作業主任者がその職務に従事するときは、ガンマ線透過写真撮影作業主任者免許証その他その資格を証する書面を携帯していなければならない。
- (3) 免許証の交付を受けた者で、免許に係る業務に現に就いているものは、本籍を変更したときは、免許証の書替えを受けなければならない。
- (4) 満20歳に満たない者は、免許を受けることができない。
- (5) 免許の取消しの処分を受けた者は、遅滞なく、免許の取消しをした都道府県労働局長に免許証を返還しなければならない。

問 1 6 透過写真撮影用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外部放射線の作業環境測定に関する次の記述のうち、労働安全衛生関係法令上、誤っているものはどれか。

- (1) 測定は、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蔽物の位置が一定しているときを除き、6か月以内ごとに1回、定期的に行わなければならない。
- (2) 測定は、原則として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 線量当量率の10倍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 線量当量の10倍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。
- (3) 作業環境測定士の資格を有しない者でも、この測定を行うことができる。
- (4) 測定を行ったときは、その都度、測定日時、測定結果、測定結果に基づいて実施した措置の概要等一定の事項を記録し、5年間保存しなければならない。
- (5) 測定の結果は、見やすい場所に掲示する等の方法により、管理区域に立ち入る者に周知させなければならない。

問 1 7 電離放射線健康診断に関する次の記述のうち、労働安全衛生関係法令上、誤っているものはどれか。

ただし、緊急作業はないものとする。

- (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は、健康診断を行わなくてよい。
  - (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は、医師が必要でないと認めるときは、検査項目のうち、皮膚の検査を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に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 8 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する次の記述のうち、労働安全衛生関係法令上、誤っているものはどれか。

- (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19 次のAからDまでの場合について、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。

ただし、労働安全衛生規則を安衛則、電離放射線障害防止規則を電離則という。

- A ガンマ線透過写真撮影作業主任者を選任したとき。
- B 常時25人の労働者を使用する事業場で、電離則に基づく定期の電離放射線健康診断を行ったとき。
- C 常時50人以上の労働者を使用する事業場で、電離則に基づく雇入れ時の電離放射線健康診断を行ったとき。
- D 常時50人以上の労働者を使用する事業場で、安衛則に基づく定期健康診断を行ったとき。

(1) A, B

(2) A, C

(3) A, C, D

(4) B, C, D

○ (5) B, D

問20 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) 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。

○ (3) 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。

(4) この事業場に専属の衛生管理者のうち、衛生工学衛生管理者の免許を有している者は1人である。

(5) 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。

[ガンマ線照射装置に関する知識]

- 問 2 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)  $\alpha$ 壊変では、原子番号が2減少し、質量数が4減少する。
  - (4)  $\beta^+$ 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 2 透過写真撮影用ガンマ線照射装置の線源に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。
- (1)  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{169}\text{Yb}$ 及び $^{192}\text{Ir}$ のうち、鉛に対する半価層が最も大きいものは $^{60}\text{Co}$ である。
  - (2)  $^{60}\text{Co}$ は、 $^{192}\text{Ir}$ に比べて、放出されるガンマ線のエネルギーが高い。
  - (3)  $^{192}\text{Ir}$ の半減期は、約74日である。
  - (4)  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{169}\text{Yb}$ 及び $^{192}\text{Ir}$ のうち、半減期の最も短いものは $^{192}\text{Ir}$ である。
  - (5)  $^{60}\text{Co}$ の半減期は、約5.2年である。

問 2 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、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 2 4 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、線減弱係数  $\mu$  ( $\text{cm}^{-1}$ ) に比例する。
- (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) 透過する物体が同じ場合、一般にガンマ線のエネルギーが高くなるほど線減弱係数の値は小さくなる。

問 2 5 単一エネルギーで太い線束のガンマ線が物体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 2 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する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (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旋状に巻いたフレキシブルな管である。
- (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、線源の位置を示す装置は電動用操作器には付いているが、手動用操作器には付いていない。
- (4) 警報装置は、ガンマ線照射装置に設けられたシャッターが開かれたときや線源が所定の位置から移動したときに、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、ガンマ線源カプセルを収める容器がジュズ玉状の合金製遮蔽材の先端部分に取り付けられた、フレキシブルなホルダーである。

問 2 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) 線源送出し方式の照射装置は、パノラマ撮影が可能である。



問 2 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) 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) 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。

問 2 9 最初 362 GBq であった放射性核種(半減期 74 日)の 407 日後のおよその強度は、次のうちどれか。

- (1) 8 GBq
- (2) 10 GBq
- (3) 12 GBq
- (4) 14 GBq
- (5) 16 GBq

問30 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) 0.5 mm
- (2) 1 mm
- (3) 2 mm
- (4) 5 mm
- (5) 10 mm

次の科目が免除されている受験者は、問31～問40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31 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32 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 皮脂腺

B 甲状腺

C 神経組織

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

問33 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、被ばくした集団の全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) 生物効果比(RBE)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効果を比較するときに用いられる。

問34 放射線の直接作用と間接作用に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 生体内に存在する酸素の分圧が高くなると、間接作用による放射線効果は影響を受けないが、直接作用による放射線効果は増大する。
- (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35 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) 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。
- (2) 4 Gy 程度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。
- (3) 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。
- (4) 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。
- (5) 末梢血液中の血球数の減少は、被ばく量が 1 Gy 程度までは認められない。

問36 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37 放射線による遺伝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) 生殖腺が被ばくしなければ、遺伝的影響が生じるおそれはない。
- (2) 遺伝的影響は、確率的影響に分類される。
- (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) 生殖腺が被ばくしたときに生じるおそれのある障害には、遺伝的影響の他、身体的影響に分類されるものもある。
- (5) 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。

問38 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) 放射線により眼の角膜上皮細胞に障害を受けると、白内障が発生する。
- (2) 白内障の発生のしきい線量は、約0.1 Gyである。
- (3) 白内障は、早期影響に分類される。
- (4) 白内障の重篤度は、被ばく線量には依存しない。
- (5) 白内障の潜伏期間は、被ばく線量が多いほど短い傾向がある。

問 3 9 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、骨髄中だけでなく、末梢血液中においても感受性が高い。

問 4 0 次のAからDの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の全ての組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 精神発達遅滞
  - B 永久不妊
  - C 放射線宿酔
  - D 白血病
- (1) A, B, C
  - (2) A, C
  - (3) A, D
  - (4) B, C, D
  - (5) B, D

(終り)