

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、気体の種類に応じてほぼ一定の値になり、放射線の種類やエネルギーにはあまり依存しない。
  - (2) 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。
  - (3) GM計数管の動作曲線において、印加電圧の変動が計数率にほとんど影響を与えない範囲をプラトーといい、プラトーが長く、傾斜が小さいものは、計数管として優れている。
  - (4) 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。
- (5) GM計数管の内部には、放射線によって生じた放電を短時間に消滅させる目的でネオンガスが封入されているが、これを消滅ガスという。

- 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、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、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 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 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) 光電子増倍管の出力パルスの大きさは、入射ガンマ線の線量率に比例する。
- (2) 1光子の発生に必要な平均エネルギーは約30 eV である。
- (3) エネルギー補償のない検出器のエネルギー特性は、電離箱式サーベイメータに劣る。
- (4) 高感度で微弱線量率の測定が可能である。
- (5) 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。

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) 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。
- (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線量計で、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線量計で、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 6 管理区域設定のための外部放射線の測定に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 放射線測定器は、方向依存性が少ないものを使用する。
- (2) 測定者は、測定中に放射線測定器を装着する。
- (3) 位置によって測定値の変化が大きいと予測される場合は、測定点を密にとる。
- (4) 放射線測定器は、70  $\mu\text{m}$  線量当量が測定できるものを選択する。
- (5) 測定箇所には、壁等の構造物によって区切られた境界の近辺の箇所を含むようにする。

問 7 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 …………… 窒息現象
- (2) 比例計数管 …………… グロー曲線
- (3) GM計数管 …………… 電子なだれ
- (4) シンチレーション検出器 …………… G値
- (5) フリッケ線量計 ……………  $\epsilon$  値

問 8 GM計数管式サーベイメータにより放射線を測定し、1,500 cps の計数率を得た。

GM計数管の分解時間が100  $\mu$ s であるとき、真の計数率(cps)に最も近い値は次のうちどれか。

- (1) 1,300
- (2) 1,450
- (3) 1,550
- (4) 1,650
- (5) 1,750

問 9 ガンマ線の測定に用いるサーベイメータに関する次の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 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。

B GM計数管式サーベイメータは、方向依存性が小さく、線量率は500  $\mu\text{Sv/h}$  程度まで効率良く測定できる。

C 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。

D 半導体式サーベイメータは、固体電離型の検出器を用いたもので、エネルギー依存性が小さく、低エネルギーのガンマ線ほど感度が高い。

(1) A, B

(2) A, C

(3) B, C

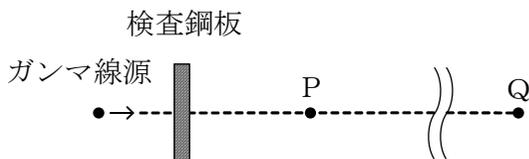
(4) B, D

(5) C, D

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600人の労働者を使用する製造業の事業場における衛生管理体制に関する(1)～(5)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、600人中には、屋内作業場の製造工程において次の業務に常時従事する者が含まれているが、その他の有害業務はなく、衛生管理者及び産業医の選任の特例はないものとする。

深夜業を含む業務 500人

ガンマ線照射装置を用いて行う透過写真撮影の業務 40人

- (1) 衛生管理者は、3人以上選任しなければならない。
- (2) 衛生管理者のうち少なくとも1人を専任の衛生管理者として選任しなければならない。
- (3) 衛生管理者のうち1人を衛生工学衛生管理者免許を受けた者のうちから選任しなければならない。
- (4) 産業医は、この事業場に専属でない者を選任することができる。
- (5) 総括安全衛生管理者を選任しなければならない。

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) 作業環境測定では、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、定期的に、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 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、定期に実施している。
- (2) 放射線業務に配置替えの際に行う健康診断において、被ばく歴のない労働者に対し、医師が必要と認めなかったので、「皮膚の検査」を省略した。
- (3) 定期の健康診断において、健康診断実施日の属する年の前年1年間に受けた実効線量が5 mSvを超えず、かつ、健康診断実施日の属する1年間に受ける実効線量が5 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。
- (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、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、医師の意見を聴き、その意見を電離放射線健康診断個人票に記載した。
- (5) 雇入れ又は放射線業務への配置替えの際の健康診断を行ったときに、電離放射線健康診断結果報告書を所轄労働基準監督署長に提出していない。

問14 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 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。

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。

- 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 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150 mSv
- D 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  
..... 5年間に100 mSv 及び1年間に50 mSv

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

問16 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、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手指であり、次に多い部位が頭・頸部<sup>けい</sup>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) 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が腹・大腿部<sup>たい</sup>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 …………… 腹・大腿部及び胸部
- (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<sup>たい</sup>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<sup>けい</sup>である男性の放射線業務従事者 …………… 手指、頭・頸部及び胸部

問17 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18 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、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19 次のAからDまでの事項について、労働安全衛生関係法令上、ガンマ線透過写真撮影作業主任者の職務とされているものの全ての組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 管理区域の標識が労働安全衛生関係法令の規定に適合して設けられるように措置すること。
- B 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。
- C 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ための放射線測定器が、労働安全衛生関係法令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。
- D 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。

- (1) A, B
- (2) A, B, C
- (3) A, D
- (4) B, C, 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、原則として、放射線源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、原則として、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。

[ガンマ線照射装置に関する知識]

問 2 1 放射線の性質に関する次の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  $\alpha$ 線、 $\beta$ 線及び $\gamma$ 線の中で、透過力が最も強いものは $\gamma$ 線である。

B X線及び $\gamma$ 線のうち、波長が10 nm 程度以上の低エネルギーのものをX線、それより高エネルギーのものを $\gamma$ 線と呼ぶ。

C  $\beta^-$ 壊変では、原子番号が1増加し、質量数は変わらない。

D  $\gamma$ 線は、電磁波であり、粒子の性質を示すことはない。

(1) A, B

(2) A, C

(3) B, C

○ (4) B, D

(5) C, D

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)  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{192}\text{Ir}$ 及び $^{169}\text{Yb}$ 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)  $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{192}\text{Ir}$ 及び $^{169}\text{Yb}$ 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) 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。
- (2) 電子対生成は、入射ガンマ線のエネルギーが、電子 2 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。
- (3) レイリー散乱は、ガンマ線が原子と弾性的に衝突して運動の向きを変える現象で、散乱ガンマ線の波長は入射ガンマ線の波長より長くなる。
- (4) コンプトン効果により散乱するガンマ線の波長は、入射ガンマ線の波長より短く、散乱角は、 $0 \sim 90^\circ$  の間に分布する。
- (5) 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増加する。

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) 半価層の値は、ガンマ線の線量率が高くなると大きくなる。
- (2) 半価層の値は、 $1 \text{ MeV}$  程度以下のエネルギー範囲では、ガンマ線のエネルギーが高くなるほど小さくなる。
- (3) 半価層  $h$  (cm) と減弱係数  $\mu$  ( $\text{cm}^{-1}$ ) との間には、 $\mu h = \log_{10} 2$  の関係がある。
- (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、鉛板の半価層より大きい。
- (5) 半価層の 5 倍に相当する厚さが  $1/10$  価層である。

問 2 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、操作器に取り付けて、線源の位置を表示するものである。
- (2) 線源脱落防止装置は、線源ホルダーを線源容器に格納すると同時に、線源ホルダーを固定するもので、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。
- (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、電動用のほか手動用もある。
- (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、数珠玉状<sup>じゅず</sup>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 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取扱いや点検に関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (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、なるべく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。
- (4) 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。
- (5) 作業終了後は、線源容器表面の漏れ線量率を測定してから輸送容器に収納する。

問27 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に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 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。
- (2) 再生係数の値は、1より小さい。
- (3) 再生係数は、物質への照射面積が大きいほど小さくなる。
- (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、透過後、物質から離れるほど大きくなる。

問28 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、誤っているものは次のうちどれか。

- (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29 最初360 GBqであった放射性核種(半減期32日)の176日後の放射能の量(強さ)に最も近いものは、次のうちどれか。

- (1) 6 GBq
- (2) 7 GBq
- (3) 8 GBq
- (4) 9 GBq
- (5) 10 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 $0.2 \text{ cm}^2/\text{g}$ 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 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基をもつ化合物は、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、酵素の濃度が高くなると増加する。
- (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 3 2 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) 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。
- (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) 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。
- (5) 組織加重係数が最も大きい組織・臓器は、脳である。

問 3 3 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) 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) 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。
- (3) 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であり、酸素効果の大きさを表すときに用いられる。
- (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) 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。

問34 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、等価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、確定的影響には存在するが、確率的影響には存在しない。

問35 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長い。
- (4) 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。
- (5) 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。

問36 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、誤っているものはどれか。

- (1) 末梢血液<sup>しょうけつ</sup>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) 末梢血液中のリンパ球は、被ばく直後一時的に増加する。
- (3) 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赤血球である。
- (4) 末梢血液中の赤血球の減少は貧血を招き、白血球の減少は感染に対する抵抗力を弱める原因となる。
- (5) 末梢血液中の有形成分の減少は、250 mGy 程度の被ばくから認められる。

問37 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38 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。

(4) 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。

(5) 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。

問39 胎内被ばくに関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 着床前期に被ばくして生き残った胎児には、出生後、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、奇形が発生するおそれがある。
- (3) 胎児期の被ばくでは、出生後、精神発達遅滞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) 胎内被ばくを受け出生した子供にみられる発育遅延は、確定的影響に分類される。

問40 細胞の放射線感受性に関し、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 一般に、形態や機能が未分化な細胞ほど放射線感受性が高い。
- (2) 細胞分裂の周期のM期(分裂期)の細胞は、S期(DNA合成期)後期の細胞より放射線感受性が高い。
- (3) 細胞分裂の周期のG<sub>2</sub>期(分裂準備期)初期の細胞は、G<sub>1</sub>期(DNA合成準備期)後期の細胞より放射線感受性が高い。
- (4) 小腸の腺窩細胞(クリプト細胞)は、絨毛先端部の細胞より放射線感受性が高い。
- (5) 皮膚の基底細胞層は、角質層より放射線感受性が高い。

(終り)