

|      |  |
|------|--|
| 受験番号 |  |
|------|--|

# エックス線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。  
「エックス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3時間で、試験問題は問1～問30です。  
「エックス線の測定に関する知識」及び「エックス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。  
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。

[エックス線の管理に関する知識]

問 1 エックス線管及びエックス線の発生に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) エックス線管の内部は、効率的にエックス線を発生させるため、高度の真空になっている。
- (2) 陰極で発生する熱電子の数は、フィラメント電流を変えることで制御される。
- (3) 陽極のターゲットはエックス線管の軸に対して斜めになっており、エックス線が発生する領域である実焦点より、これをエックス線束の利用方向から見た実効焦点の方が小さくなるようにしてある。
- (4) 連続エックス線の発生効率、ターゲット元素の原子番号と管電流との積にほぼ比例する。
- (5) 管電圧がターゲット元素に固有の励起電圧を超える場合、発生するエックス線は、制動放射による連続エックス線と線スペクトルを示す特性エックス線が混在したものになる。

問 2 エックス線装置の管電流を一定にして、管電圧を増加させた場合に、発生する連続エックス線に認められる変化として、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 最大エネルギーは、高くなる。
- (2) 最大強度を示す波長は、短くなる。
- (3) 線質は、硬くなる。
- (4) 全強度は、管電圧に比例して大きくなる。
- (5) 最短波長は、管電圧に反比例して短くなる。

問 3 特性エックス線に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 特性エックス線は、ターゲット元素ごとに固有の波長を有している。
- (2) K殻よりも高いエネルギー状態にある周囲の殻からK殻の空席に電子が移行するときに発生する特性エックス線を、K系列の特性エックス線という。
- (3) K系列の特性エックス線を発生させるための励起電圧は、タングステンよりもモリブデンの方が高い。
- (4) K系列の特性エックス線は、エックス線管の管電圧を上げると、強度は増大するが波長は変わらない。
- (5) エックス線の光電効果に伴って発生する特性エックス線を蛍光エックス線という。

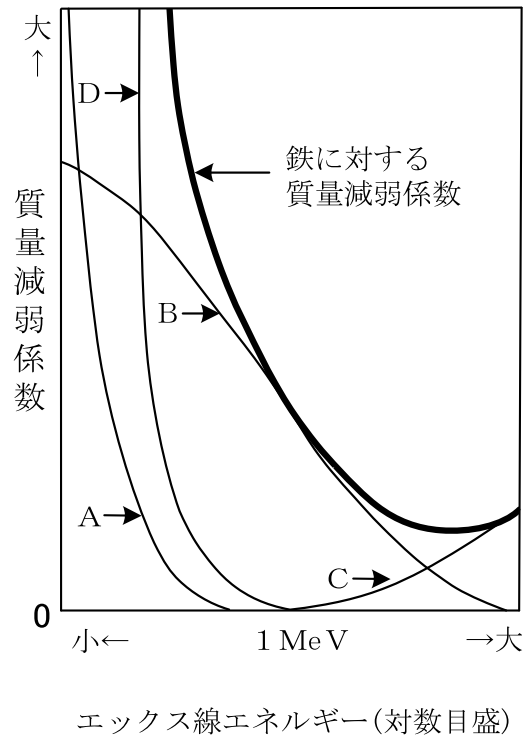
問 4 単一エネルギーの細いエックス線束が物質を透過するときの減弱に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) エネルギーが1 MeV 程度までのエックス線に対する鉄の半価層の値は、エックス線のエネルギーが高くなるほど大きくなる。
- (2) 半価層の値は、エックス線の線量率が高くなっても変化しない。
- (3) 軟エックス線の場合は、硬エックス線の場合より、半価層の値が小さい。
- (4) 1/10価層  $H$  (cm) と減弱係数  $\mu$  ( $\text{cm}^{-1}$ ) との間には、 $\mu H = \log_e 10$  の関係がある。
- (5) 1/10価層  $H$  (cm) と半価層  $h$  (cm) との間には、

$$H = \frac{\log_e 2}{\log_e 10} h \text{ の関係がある。}$$

問 5 次のグラフは、エックス線の鉄に対する質量減弱係数並びに質量減弱係数に対する光電効果、コンプトン散乱、電子対生成及びレイリー散乱による寄与分を表したものである。

グラフ中のAからDの曲線が示すものの組合せとして正しいものは(1)～(5)のうちどれか。



|       | A       | B       | C      | D       |
|-------|---------|---------|--------|---------|
| (1)   | コンプトン散乱 | レイリー散乱  | 電子対生成  | 光電効果    |
| (2)   | コンプトン散乱 | 電子対生成   | レイリー散乱 | 光電効果    |
| ○ (3) | レイリー散乱  | コンプトン散乱 | 電子対生成  | 光電効果    |
| (4)   | レイリー散乱  | 電子対生成   | 光電効果   | コンプトン散乱 |
| (5)   | 光電効果    | レイリー散乱  | 電子対生成  | コンプトン散乱 |

問 6 エックス線を利用する装置とその原理との組合せとして、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) エックス線応力測定装置 ..... 回折
- (2) エックス線CT装置 ..... 回折
- (3) 蛍光エックス線分析装置 ..... 分光
- (4) エックス線マイクロアナライザー ..... 分光
- (5) エックス線厚さ計 ..... 散乱

問 7 透過試験に用いる工業用の分離形エックス線装置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、適切なものは(1)～(5)のうちどれか。

「工業用の分離形エックス線装置は、エックス線管、エックス線管冷却器、 A、 B、 C 及び低電圧ケーブルで構成される装置である。」

- |              | A        | B      | C       |
|--------------|----------|--------|---------|
| (1) エックス線制御器 | 管電流調整器   | 管電圧調整器 | 高電圧ケーブル |
| (2) エックス線制御器 | 管電圧調整器   | 管電流調整器 | 高電圧ケーブル |
| (3) 管電圧調整器   | 管電流調整器   | 管電圧調整器 | 高電圧ケーブル |
| (4) 高電圧発生器   | 管電圧調整器   | 管電流調整器 | 高電圧ケーブル |
| ○ (5) 高電圧発生器 | エックス線制御器 | 管電圧調整器 | 高電圧ケーブル |

問 8 図 I のように、鋼板に垂直に細い線束の엑스線を照射し、엑스線管の焦点から 5 m の位置で、透過した엑스線の 1 cm 線量当量率を測定したところ、16 mSv/h であった。次に図 II のように、この線束を厚さ 10 mm の鋼板で遮へいし、同じ位置で 1 cm 線量当量率を測定したところ 4 mSv/h となった。

この位置における 1 cm 線量当量率を 0.5 mSv/h 以下とするために必要な遮へい鋼板の最小の厚さは次のうちどれか。

ただし、엑스線の実効エネルギーは変わらないものとする。また、散乱線の影響は無いものとする。

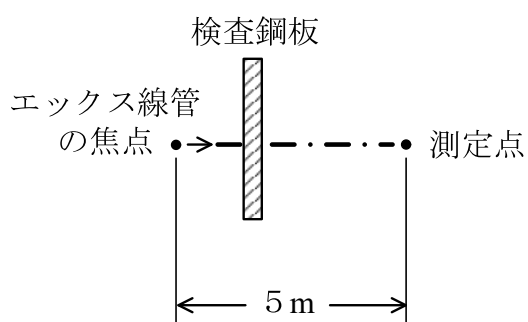


図 I

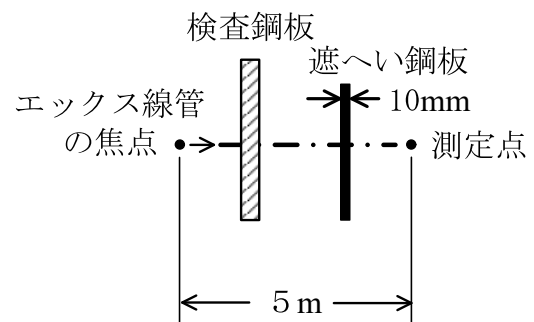


図 II

- (1) 15 mm
- (2) 20 mm
- (3) 25 mm
- (4) 30 mm
- (5) 45 mm

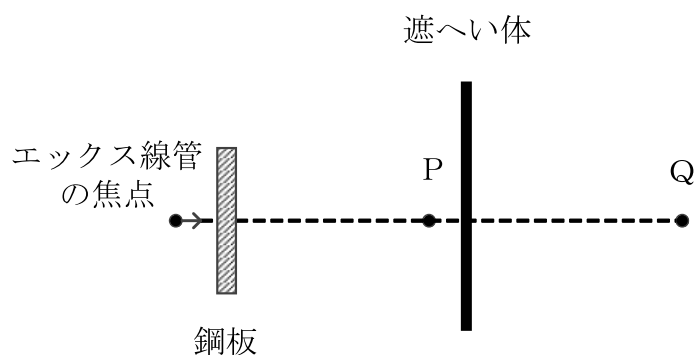
問 9 エックス線装置を使用する管理区域を設定するための外部放射線の測定に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 測定は、原則として1 cm 線量当量について行うが、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、70  $\mu\text{m}$  線量当量について行う。
- (2) 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年以内に校正されたものを使用する。
- (3) 測定器は、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。
- (4) 測定器は、測定中に指針の漂動(シフト)が少ないものを使用する。
- (5) 測定点の高さは、作業床面上の約1 m の位置とする。

問 10 下図のようにエックス線装置を用いて鋼板の透過写真撮影を行うとき、エックス線管の焦点から 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、エックス線管の焦点から 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 エックス線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。
- (2) 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。
- (3) 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。
- (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) 管理区域内でエックス線装置を固定して使用する場合で、使用の方法及び遮へい物の位置が一定しているときは、6 か月以内ごとに1 回、定期に、外部放射線による線量当量率又は線量当量に係る作業環境測定を行わなければならない。

問 1 2 エックス線装置を取り扱う放射線業務従事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の、放射線測定器の装着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。

「最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が□ A □であり、次に多い部位が□ B □である男性の放射線業務従事者については、□ A □、□ B □及び□ C □の計3箇所、放射線測定器を装着させなければならない。」

- | A         | B                  | C                   |
|-----------|--------------------|---------------------|
| (1) 胸部    | 頭・頸部 <sup>けい</sup> | 腹・大腿部 <sup>たい</sup> |
| (2) 腹・大腿部 | 頭・頸部               | 胸部                  |
| (3) 腹・大腿部 | 手指                 | 胸部                  |
| (4) 頭・頸部  | 胸部                 | 腹・大腿部               |
| ○ (5) 手指  | 腹・大腿部              | 胸部                  |

問 1 3 放射線業務従事者の被ばく限度として、労働安全衛生関係法令上、正しいものは次のうちどれか。

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

..... 5 年間につき 250 mSv 及び 1 年間につき 100 mSv

○ (2) 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 年間につき 100 mSv 及び 1 年間につき 50 mSv

(3) 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

..... 1 年間につき 300 mSv

(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

..... 1 か月間につき 5 mSv

(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 ..... 妊娠中につき 3 mSv

問 1 4 エックス線装置を用いて放射線業務を行う場合の外部放射線の防護に関する次の措置のうち、電離放射線障害防止規則に違反していないものはどれか。

(1) エックス線装置は、その外側における外部放射線による 1 cm 線量当量率が 30  $\mu$ Sv/h を超えないように遮へいされた構造のものを除き、放射線装置室に設置している。

(2) 工業用のエックス線装置を設置した放射線装置室内で、磁気探傷法や超音波探傷法による非破壊検査も行っている。

(3) 管電圧 200 kV のエックス線装置を放射線装置室に設置して使用するとき、装置に電力が供給されている旨を関係者に周知させる措置として、手動の表示灯を用いている。

○ (4) 特定エックス線装置を用いて作業を行うとき、照射筒又はしぼりを用いると装置の使用の目的が妨げられるので、どちらも使用していない。

(5) 照射中に労働者の身体の一部がその内部に入るおそれのある工業用の特定エックス線装置を用いて透視を行うときは、エックス線管に流れる電流が定格管電流の 2.5 倍に達したときに、直ちに、エックス線回路を開放位にする自動装置を設けている。

問 1 5 エックス線装置構造規格に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 波高値による定格管電圧が10 kV 未満のエックス線装置には、この構造規格は適用されない。
- (2) エックス線又はエックス線装置の研究又は教育のため、使用のつど組み立てる方式のエックス線装置には、この構造規格は適用されない。
- (3) 海外から輸入されたエックス線装置には、この構造規格は適用されない。
- (4) この構造規格が適用されるエックス線装置は、見やすい箇所に、定格出力、型式、製造者名及び製造年月が表示されていなければならない。
- (5) この構造規格が適用されるエックス線装置は、照射筒、しぼり及びろ過板を取り付けることができる構造のものでなければならない。

問 1 6 エックス線作業主任者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) 特定エックス線装置以外の工業用エックス線装置の使用の業務に係る作業については、エックス線作業主任者を選任しなくてもよい。
- (2) 診療放射線技師免許を受けた者又は原子炉主任技術者免状若しくは第一種放射線取扱主任者免状の交付を受けた者は、エックス線作業主任者免許を受けていなくても、エックス線作業主任者として選任することができる。
- (3) エックス線作業主任者は、その職務の一つとして、作業場のうち管理区域に該当する部分について、作業環境測定を行わなければならない。
- (4) エックス線作業主任者は、その職務の一つとして、外部放射線を測定するための放射線測定器の校正を行わなければならない。
- (5) エックス線作業主任者を選任すべき作業を同一の場所で行う場合において、当該作業に係る作業主任者を2人以上選任したときは、それぞれの作業主任者の職務の分担を定めなければならない。

問 1 7 エックス線装置を用いて放射線業務を行う作業場の管理区域について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、厚生労働大臣の定める作業環境測定基準に従って行わなければならない。
- (2) 測定は、原則として、外部放射線による 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。
- (3) 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、計算により算出することができる。
- (4) 測定を行ったときは、その都度、測定日時、測定方法、測定結果等一定の事項を記録し、これを30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労働者に周知させなければならない。

問 1 8 電離放射線障害防止規則に基づく特別の項目についての健康診断(以下「健康診断」という。)に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

ただし、労働者は緊急作業に従事しないものとする。

- (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、健康診断を行う必要はない。
- (2) 放射線業務歴のない者を雇い入れて放射線業務に就かせるときに行う健康診断において、医師が必要でないと認めるときは、「白血球数及び白血球百分率の検査」を除く他の検査項目の全部又は一部について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認めるときは、「被ばく歴の有無の調査及びその評価」を除く他の検査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定期の健康診断の結果、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、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、医師の意見を聴かななければならない。
- (5) 定期の健康診断を行ったときは、遅滞なく、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なければならない。

問 19 エックス線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、誤っているものはどれか。

- (1) 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。
- (2) 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、免許証を滅失し、又は損傷したときは、免許証の再交付を受けなければならない。
- (3) 都道府県労働局長は、免許を受けた者が免許証を他人に譲渡し、又は貸与したときは、免許を取り消し、又は6か月を超えない範囲内の期間を定めて免許の効力を停止することができる。
- (4) 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。
- (5) 免許を受けた者が、当該免許に係る業務について、労働安全衛生法令の規定に違反したことにより免許を取り消され、その取消しの日から起算して1年を経過しない者は、免許を受けることができない。

問 20 エックス線装置による非破壊検査業務に従事する労働者50人を含めて400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、非破壊検査業務以外の有害業務に従事する者はなく、産業医及び衛生管理者の選任の特例はないものとする。

- (1) 衛生管理者は、2人以上選任しなければならない。
- (2) 衛生管理者は、全て第一種衛生管理者免許を有する者のうちから選任することができる。
- (3) 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。

次の科目が免除されている受験者は、問 2 1 ～問 3 0 は解答しないでください。

[エックス線の測定に関する知識]

問 2 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) 吸収線量 ..... Gy
- (2) 線減弱係数 .....  $\text{m}^{-1}$
- (3) カーマ ..... Gy
- (4) 粒子フルエンス .....  $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$
- (5) L E T .....  $\text{keV}/\mu\text{m}$

問 2 2 電離箱式サーベイメータを用い、積算 1 cm 線量当量のレンジ(フルスケールは  $10 \mu\text{Sv}$ ) を使用して、ある場所で、実効エネルギーが  $180 \text{ keV}$  のエックス線を測定したところ、フルスケールまで指針が振れるのに 100 秒かかった。

このときの 1 cm 線量当量率に最も近い値は次のうちどれか。

ただし、測定に用いたこのサーベイメータの校正定数は、エックス線のエネルギーが  $120 \text{ keV}$  のときには 0.85、 $250 \text{ keV}$  のときには 0.98 であり、このエネルギー範囲では、直線的に変化するものとする。

- (1)  $310 \mu\text{Sv/h}$
- (2)  $330 \mu\text{Sv/h}$
- (3)  $360 \mu\text{Sv/h}$
- (4)  $400 \mu\text{Sv/h}$
- (5)  $450 \mu\text{Sv/h}$

問 2 3 計数管を用いたサーベイメータによる測定に関する次の文中の□内に入る 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。

「計数管の積分回路の時定数の値を大きくすると、指針のゆらぎが□ A □ なり、指示値の相対標準偏差は□ B □ なるが、応答は□ C □ なる。」

- |       | A   | B   | C  |
|-------|-----|-----|----|
| ○ (1) | 小さく | 小さく | 遅く |
| (2)   | 小さく | 小さく | 速く |
| (3)   | 小さく | 大きく | 速く |
| (4)   | 大きく | 小さく | 遅く |
| (5)   | 大きく | 大きく | 速く |

問 2 4 気体の電離を利用する検出器の印加電圧に対応した次の A から D の領域について、ガス増幅が起こるものの組合せは (1) ～ (5) のうちどれか。

- A 再結合領域
- B 電離箱領域
- C 比例計数管領域
- D GM 計数管領域

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

問 2 5 積分回路の時定数  $T$  秒のサーベイメータを用いて、線量を測定し、計数率  $n$  (cps)を得たとき、計数率の標準偏差  $\sigma$  (cps)は

$$\sigma = \sqrt{\frac{n}{2 T}}$$

で示される。

あるサーベイメータを用いて、時定数を2.5秒に設定し、エックス線を測定したところ、指示値は500(cps)を示した。

このとき、計数率の相対標準偏差の値に最も近いものは(1)～(5)のうちどれか。

- (1) 1 %
- (2) 2 %
- (3) 3 %
- (4) 5 %
- (5) 10 %

問 2 6 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) 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。
- (2) 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。
- (3) 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。
- (4) シンチレーション式サーベイメータは、30 keV 程度のエネルギーのエックス線の測定に適している。
- (5) 半導体式サーベイメータは、20 keV 程度のエネルギーのエックス線の測定には適していない。

問 2 7 蛍光ガラス線量計(R P L D)と光刺激ルミネセンス線量計(O S L D)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 素子として、R P L Dでは銀活性リン酸塩ガラスが、O S L Dでは炭素添加酸化アルミニウムなどが用いられている。

B 線量読み取りのための発光は、R P L Dでは紫外線照射により、O S L Dでは緑色レーザー光などの照射により行われる。

C 線量の読み取りは、O S L Dでは繰り返し行うことができるが、R P L Dでは1回しか行うことができない。

D R P L D、O S L Dのいずれの素子も、使用後、高温下でのアニーリングにより再度使用することができる。

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

問 2 8 被ばく線量測定に用いる放射線測定器とこれに関係の深い用語との組合せとして、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 電荷蓄積式(D I S)線量計 …………… 固体電離箱
- (2) 電離箱式P D型ポケット線量計 …………… 充電
- (3) 熱ルミネセンス線量計(T L D) …………… グロー曲線
- (4) 蛍光ガラス線量計 …………… ラジオフォトルミネセンス
- (5) 半導体式ポケット線量計 …………… 空乏層

問 2 9 エックス線の測定に用いる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計数管では、出力パルスの電圧が他の検出器に比べ、格段に大きいという特徴がある。
- (2) GM計数管の不感時間は、100～200  $\mu$ s 程度である。
- (3) GM計数管では、入射放射線のエネルギーを分析することはできない。
- (4) GM計数管では、入射する放射線が非常に多くなると、弁別レベル以下の放電が連続し、出力パルスが得られなくなる現象が起こる。
- (5) GM計数管は、プラトー部分の中心部から少し高い印加電圧で使用する。

問 30 男性の放射線業務従事者が、エックス線装置を用い、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)及び頭・頸部<sup>けい</sup>の2か所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   | 0.3 mSv   | 0.5 mSv    |
| 頭・頸部 | 0.8 mSv   | 1.1 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ついて、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は、その評価に用いる線量当量についての測定値から次の式により算出するものとする。

$$H_{EE} = 0.08H_a + 0.44H_b + 0.45H_c + 0.03H_m$$

$H_{EE}$  : 外部被ばくによる実効線量

$H_a$  : 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」又は「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) 0.20 mSv
- (2) 0.30 mSv
- (3) 0.35 mSv
- (4) 0.50 mSv
- (5) 0.55 mSv

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。

〔エックス線の生体を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<sub>1</sub>期(DNA合成準備期)初期は、G<sub>2</sub>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 放射線によるDNAの損傷と修復に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 放射線によるDNA損傷には、塩基損傷とDNA鎖切断があるが、エックス線のような間接電離放射線では、塩基損傷は生じない。
- (2) DNA鎖切断のうち、二重らせんの片方だけが切れる1本鎖切断は、細胞死などの重篤な細胞障害に関連が深い。
- (3) DNA鎖切断の修復方式のうち、相同組換え修復は、相同DNA配列を鋳型にして正しいDNA配列を合成する修復であるため、修復時の誤りが少ない。
- (4) DNA鎖切断のうち、2本鎖切断はDNA鎖の組換え現象が利用されるため、1本鎖切断に比べて容易に修復される。
- (5) 細胞には、DNA鎖切断を修復する機能があり、修復が誤りなく行われれば、細胞は回復し、正常に増殖を続けるが、塩基損傷を修復する機能はない。

問 3 3 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、被ばく線量と影響の発生確率の関係が S 字状曲線で示される。
- (2) 確定的影響では、被ばく線量の増加とともに影響の発生確率は増加するが、障害の重篤度は変わらない。
- (3) 遺伝的影響は、確定的影響に分類される。
- (4) 実効線量は、確率的影響を評価するための量である。
- (5) 確率的影響の発生を完全に防止することは、放射線防護の目的の一つである。

問 3 4 エックス線被ばくによる末梢血液<sup>しょう</sup>中の血球の変化に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 被ばくにより骨髓中の幹細胞が障害を受けると、末梢血液中の血球数は減少していく。
- (2) 末梢血液中の血球数の減少は、250 mGy 程度の被ばくから認められる。
- (3) 末梢血液中の白血球のうち、リンパ球は他の成分より放射線感受性が高く、被ばく直後から減少が現れる。
- (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赤血球である。
- (5) 末梢血液中の赤血球の減少は貧血を招き、白血球の減少は止血機能の低下を招く原因となる。

問35 放射線による身体的影響に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 白内障は、眼の水晶体上皮の被ばくによる障害で、早期影響に分類される。
- (2) 放射線による皮膚障害のうち、脱毛は、潜伏期が6か月程度で、晩発影響に分類される。
- (3) 晩発影響の一つである白血病の潜伏期は、その他のがんに比べて長い。
- (4) 晩発影響には、その重篤度が、被ばく線量に依存するものではないものがある。
- (5) 晩発影響に共通する特徴は、影響を発生させる被ばく線量に、しきい値が無いことである。

問36 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37 生物効果比(RBE)に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

○ (1) RBEは、次の式で定義される。

$$RBE = \frac{\text{ある反応を起こす基準放射線の吸収線量}}{\text{同じ反応を起こす試験放射線の吸収線量}}$$

- (2) RBEを求めるための基準となる放射線としては、 $^{60}\text{Co}$ のベータ線が用いられる。
- (3) エックス線は、そのエネルギーの高低にかかわらず、RBEが1より小さい。
- (4) ある生物効果についてのRBEの値は、同じ線質の放射線であれば、線量率、温度、酸素分圧などの照射条件が異なっても変わらない。
- (5) 培養細胞の致死作用に関するRBEは、一般に、放射線の線エネルギー付与(LET)が高くなるにつれて増大し、最大値に達した後はほぼ一定の値となる。

問38 生体に対する放射線効果に関する次の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 平均致死線量は、ある組織・臓器の個々の細胞を死滅させる最小線量を、その組織・臓器全体にわたり平均した線量で、この値が大きい組織・臓器の放射線感受性は高い。
- B 半致死線量は、被ばくした集団中の個体の50%が一定期間内に死亡する線量であり、動物種の放射線感受性を比較するときなどに用いられる。
- C 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から数日のうちに死亡してしまう。
- D OER(酸素増感比)とは、酸素が存在しない状態と存在する状態とを比較し、同じ生物効果を与える線量の比で、酸素効果の大きさを表すものである。

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

問 3 9 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みの組合せは次のうちどれか。

- |             |                   |       |
|-------------|-------------------|-------|
| ○ (1) 白血球減少 | 永久不妊              | 胎児奇形  |
| (2) 白血病     | 発育遅延              | 放射線宿酔 |
| (3) 放射線宿酔   | 放射線皮膚炎            | 遺伝的影響 |
| (4) 精神発達遅滞  | <sup>はい</sup> 胚死亡 | 乳がん   |
| (5) 永久不妊    | 脱毛                | 遺伝的影響 |

問 4 0 放射線による遺伝的影響に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 生殖腺が被ばくしたときに生じる障害は、全て遺伝的影響である。
- (2) 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。
- (3) 親の体細胞に突然変異が生じると、子孫に遺伝的影響が生じる。
- (4) 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。
- (5) 倍加線量は、放射線による遺伝的影響を推定する指標とされ、その値が小さいほど遺伝的影響は起こりにくい。

(終 り)