

| | |
|------|--|
| 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、正答は一間につき一つだけです。二つ以上に記入(マーク)したものの、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は、ターゲット元素の原子番号と管電圧の2乗との積に比例する。
- (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。

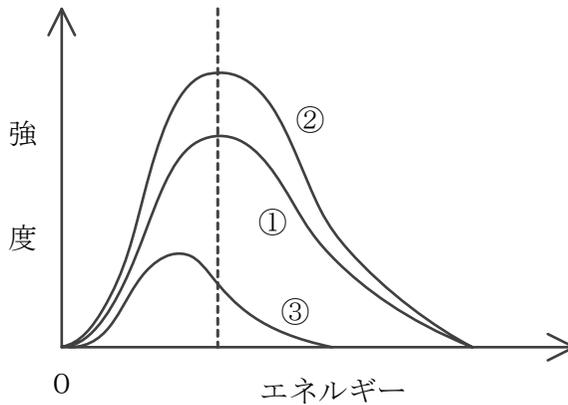
- (1) エックス線は、間接電離放射線である。
- (2) 特性エックス線は、原子核のエネルギー準位の遷移に伴い、原子核から放出される。
- (3) 特性エックス線を発生させるために必要な管電圧の最小値を、励起電圧という。
- (4) 特性エックス線は、ターゲットの元素に特有な波長をもつ。
- (5) K系列の特性エックス線は、管電圧を上げると強度が増大するが、その波長は変わらない。

問 3 下図は、あるエックス線装置から発生するエックス線のエネルギー分布を示したもので、①の曲線は、通常照射時のエネルギー分布を示したものである。

このエックス線装置の照射条件を変化させた場合に、エネルギー分布が図中の曲線②及び曲線③となる時の照射条件の組合せとして、適切なものは(1)～(5)のうちどれか。

ただし、照射条件は、次のAからEとする。

- A 管電圧は一定にし、管電流を増加させる。
- B 管電圧は一定にし、管電流を減少させる。
- C 管電圧を上げ、管電流は一定にする。
- D 管電圧を上げ、管電流も増加させる。
- E 管電圧を下げ、管電流は一定にする。



- | | 曲線② | 曲線③ |
|-------|-----|-----|
| (1) | A | B |
| ○ (2) | A | E |
| (3) | B | D |
| (4) | C | D |
| (5) | C | E |

問 4 あるエックス線装置のエックス線管の焦点から 1 m 離れた点における 1 cm 線量当量率は 8 mSv/min であった。

このエックス線装置を用い、厚さ 24 mm の鋼板及び厚さ 40 mm のアルミニウム板にそれぞれ別々に照射したところ、透過したエックス線の 1 cm 線量当量率はいずれも 2 mSv/min であった。

厚さ 15 mm の鋼板と厚さ 15 mm のアルミニウム板を重ね合わせ 30 mm とした板に照射した場合、透過後の 1 cm 線量当量率は次のうちどれか。

ただし、エックス線は細い線束とし、測定点はいずれもエックス線管の焦点から 1 m 離れた点とする。

また、鋼板及びアルミニウム板を透過した後の実効エネルギーは、透過前と変わらないものとし、散乱線による影響は無いものとする。

- (1) 0.1 mSv/min
- (2) 0.5 mSv/min
- (3) 1.0 mSv/min
- (4) 1.5 mSv/min
- (5) 2.0 mSv/min

問 5 エックス線の散乱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、正しいものは(1)～(5)のうちどれか。

「エックス線装置を用い、管電圧200 kVで、厚さが20 mmの鋼板及びアルミニウム板のそれぞれにエックス線のビームを垂直に照射し、散乱角 135° 方向の後方散乱線の空気カーマ率を、照射野の中心から2 mの位置で測定し、その大きさを比較したところ、□A□の後方散乱線の方が小さかった。

次に、同じ照射条件で、鋼板について、散乱角 120° 及び 135° の方向の後方散乱線の空気カーマ率を、照射野の中心から2 mの位置で測定し、その大きさを比較したところ、□B□の方向の方が小さかった。

また、同じ照射条件で、鋼板について、散乱角 30° 及び 60° の方向の前方散乱線の空気カーマ率を、照射野の中心から2 mの位置で測定し、その大きさを比較したところ、□C□の方向の方が小さかった。」

| | A | B | C |
|-------------|---|-------------|------------|
| (1) アルミニウム板 | | 120° | 60° |
| (2) アルミニウム板 | | 135° | 30° |
| (3) アルミニウム板 | | 135° | 60° |
| ○ (4) 鋼板 | | 120° | 60° |
| (5) 鋼板 | | 135° | 30° |

問 6 エックス線と物質との相互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) 入射エックス線のエネルギーが中性子 1 個の静止質量に相当するエネルギー以上になると、電子及び陽電子を生じる電子対生成が起こるようになる。
- (2) コンプトン効果とは、エックス線光子と原子の軌道電子とが衝突し、電子が原子の外に飛び出し、光子が運動の方向を変える現象である。
- (3) コンプトン効果による散乱エックス線は、入射エックス線のエネルギーが高くなるほど前方に散乱されやすくなる。
- (4) 光電効果とは、原子の軌道電子がエックス線光子のエネルギーを吸収して原子の外に飛び出し、光子が消滅する現象である。
- (5) 光電効果が起こる確率は、エックス線のエネルギーが高くなるほど低下する。

問 7 単一エネルギーの細いエックス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、1 MeV 程度以下のエネルギー範囲では、エックス線のエネルギーが高くなるほど小さくなる。
- (2) 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は大きい。
- (3) 鉄の半価層は、鉛の半価層より小さい。
- (4) 半価層 h (cm) は、減弱係数 μ (cm^{-1}) に反比例する。
- (5) 半価層の10倍の厚さでは、エックス線の強度は20分の1になる。

問 8 エックス線装置を用いて透過写真撮影を行う場合のエックス線の遮へい及び散乱線の低減に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 遮へい体には、原子番号が大きく、密度の高い物質を用いるのがよい。
- (2) コンクリートの遮へい体は、同程度の遮へい効果を得るために鉛の約2倍の厚さが必要であるが、施工が容易で安価であるため広く用いられている。
- (3) 照射筒は、照射口に取り付けるラップ状の遮へい体で、エックス線束及び散乱線が外部へ漏えいしないようにするために用いる。
- (4) 絞りは、エックス線束の広がりを制限し、エックス線を必要な部分にだけ照射するために用いる。
- (5) ろ過板は、被写体からの後方散乱線の低減に効果がある。

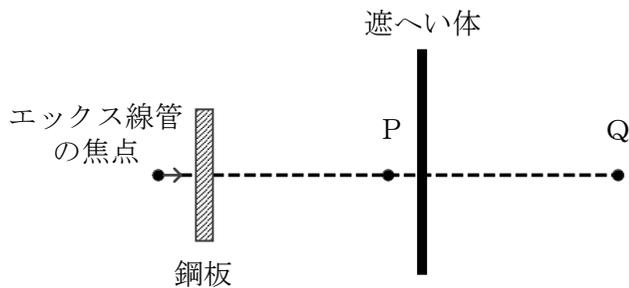
問 9 エックス線を利用した各種試験装置に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 蛍光エックス線分析装置は、試料にエックス線を照射して発生した特性エックス線(蛍光エックス線)の波長を分析し、又はエネルギーを測定することによって、元素分析を行う装置である。
- (2) エックス線マイクロアナライザーは、細く絞った電子線束を試料の微小部分に照射し、発生する特性エックス線を分光することによって、微小部分の元素を分析する装置である。
- (3) エックス線回折装置は、結晶質の物質にエックス線を照射すると特有の回折像が得られることを利用して、物質の結晶構造を解析し、物質の性質を調べる装置である。
- (4) エックス線応力測定装置は、応力による結晶の面間隔の変化をエックス線の回折を利用して調べることにより、物質内の残留応力の大きさを測定する装置である。
- (5) 散乱型厚さ計は、エックス線を照射したときに発生する前方散乱線の強度が、被検査物体の厚さに応じて変化することを利用した装置である。

問10 下図のように엑스線装置を用いて鋼板の透過写真撮影を行うとき、엑스線管の焦点から4 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、 $160 \mu\text{Sv/h}$ 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、엑스線管の焦点からP点の方向に8 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15 mmとし、3か月は13週とする。



- (1) 10 mm
- (2) 15 mm
- (3) 20 mm
- (4) 25 mm
- (5) 30 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) 管理区域は、外部放射線による等価線量が3か月間につき1.3 mSv を超えるおそれのある区域である。
- (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) 管理区域に立ち入る労働者は、放射線測定器を用いて外部被ばくによる線量を測定することが著しく困難な場合を除き、管理区域内において、放射線測定器を装着しなければならない。

問12 エックス線装置を取り扱う次のAからE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、胸部及び腹部の計2箇所であるものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

ただし、女性については、妊娠する可能性がないと診断されたものを除くものとする。

- A 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^{たい}であり、次に多い部位が頭・頸部^{けい}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胸部であり、次に多い部位が腹・大腿部である男性
- C 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が手指であり、次に多い部位が腹・大腿部である男性
- D 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が胸・上腕部であり、次に多い部位が手指である女性
- E 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

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

問 1 3 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、エックス線作業主任者の職務として規定されているものの全ての組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 管理区域における外部放射線による線量当量について、作業環境測定を行うこと。
- 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 照射開始前及び照射中に、労働者が立入禁止区域に立ち入っていないことを確認すること。
- 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 管理区域の標識が法令の規定に適合して設けられるように措置すること。

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

問 1 4 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5 mSv

問 1 5 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るものはどれか。

- (1) 放射線装置室については、遮へい壁等の遮へい物を設け、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が、1週間につき5 mSvを超えないように管理しており、平均4 mSv程度となっている。
- (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 μ Sv/hを超えないように遮へいされた構造の엑스線装置を、放射線装置室以外の室に設置して使用している。
- (3) 特定엑스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。
- (4) 管電圧130 kVの엑스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。
- (5) 特定엑스線装置を用いて透視を行うとき、定格管電流の2倍以上の電流が엑스線管に通じると、直ちに、엑스線管回路が開放位になる自動装置を設けている。

問 1 6 엑스線装置を用いて放射線業務を行う作業場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、正しいものはどれか。

- (1) 管理区域内で엑스線装置を固定して使用する場合において、被照射体の位置が一定しているときは、6か月以内ごとに1回、定期的に、測定を行わなければならない。
- (2) 測定は、1 cm線量当量率又は1 cm線量当量について行うが、70 μ m線量当量率が1 cm線量当量率を超えるおそれのある場所又は70 μ 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 μ m線量当量率又は70 μ m線量当量について行わなければならない。
- (3) 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。
- (4) 測定を行ったときは、遅滞なく、その結果を所轄労働基準監督署長に提出しなければならない。
- (5) 測定を行ったときは、測定日時、測定方法、測定結果等法定の事項を記録し、30年間保存しなければならない。

問17 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。)に関する次の記述について、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18 エックス線作業主任者免許に関し、労働安全衛生法令上、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 満18歳に満たない者は、免許を受けることができない。
- (2) 免許証の交付を受けた者で、免許に係る業務に就こうとするものは、氏名を変更したときは、免許証の書替えを受けなければならない。
- (3) 免許証の交付を受けた者で、免許に係る業務に就こうとするものは、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。
- (4) 免許証の交付を受けた者で、免許に係る業務に就こうとするものは、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。
- (5) 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19 次のAからD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。

- A 労働者数が常時50人以上の事業場で、電離放射線障害防止規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。
- B 衛生管理者を選任したとき。
- C 放射線装置室を廃止したとき。
- D 労働者数が常時50人以上の事業場で、労働安全衛生規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 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10人を含めて250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として、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、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) 選任している衛生管理者は1人である。
- (2) 選任している衛生管理者は、その事業場に専属の労働衛生コンサルタントであるが、第一種衛生管理者免許又は衛生工学衛生管理者免許のいずれも有していない。
- (3) 総括安全衛生管理者を選任していない。
- (4) 安全衛生推進者を選任していない。
- (5) 選任している産業医は、事業場に専属の者ではない。

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 エックス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) 等価線量は、防護量である。
- (4) 実効線量は、実用量である。
- (5) エックス線の放射線加重係数は、1 である。

問 2 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、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 電離箱 …………… 飽和領域
- (2) 比例計数管 …………… ガス増幅
- (3) GM計数管 …………… 消滅ガス
- (4) 半導体検出器 …………… 空乏層
- (5) シンチレーション検出器 …………… グロー曲線

問 2 3 被ばく線量を測定する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を用いられている。
- (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を用いて行う。

問 2 4 エックス線の測定に用いる 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) シンチレータに混入される微量のタリウムは、発光波長の調整や発光量増加の役割を果たす活性剤である。
- (2) シンチレータにエックス線が入射すると、紫外領域の減衰時間の長い光が放射される。
- (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) 1つの光子の発生に必要な平均エネルギーは、約30 eV である。
- (5) 光電子増倍管の増倍率は印加電圧に依存するので、光電子増倍管の高圧電源は安定化する必要がある。

問 2 5 GM計数管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。

「GM計数管が入射放射線を検出し一度放電した後、次の放射線が入射してもパルス信号が検出できない時間を A といい、パルス信号が弁別レベルまで回復するまでの時間を B という。GM計数管の B は、 C 程度である。」

- | | A | B | C |
|-------|------|------|-------------------|
| (1) | 分解時間 | 不感時間 | 10 ~ 20 μ s |
| (2) | 分解時間 | 回復時間 | 10 ~ 20 μ s |
| ○ (3) | 不感時間 | 分解時間 | 100 ~ 200 μ s |
| (4) | 不感時間 | 回復時間 | 100 ~ 200 μ s |
| (5) | 回復時間 | 不感時間 | 100 ~ 200 μ s |

問 2 6 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 7 蛍光ガラス線量計に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 測定可能な線量の範囲は、熱ルミネセンス線量計より広く、 $0.1 \mu\text{Sv}$ ～ 100 Sv 程度である。
- (2) 線量計の素子間の感度のばらつきが少なく、また、フェーディングは極めて小さい。
- (3) 読み取り装置で線量を読み取ることによって蛍光中心が消えてしまうため、再度読み取ることはできない。
- (4) 素子は、光学的アニーリングを行うことにより、再度使用することができる。
- (5) 素子には、フッ化リチウム、硫酸カルシウムなどの蛍光物質が用いられており、湿度の影響を受けやすい。

問 2 8 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 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) 半導体検出器において、荷電粒子が半導体中で1 個の電子・正孔対を作るのに必要な平均エネルギーを ϵ 値といい、シリコンの場合は約3.6 eV である。
- (3) GM計数管の特性曲線において、印加電圧の変動が計数率にほとんど影響を与えない領域をプラトーといい、GM計数管の定格使用電圧は、プラトー領域の中央部より高い電圧に設定されている。
- (4) 入射放射線によって気体中に作られたイオン対のうち、電子が電界で強く加速され、さらに多くのイオン対を発生させることを気体(ガス)増幅という。
- (5) 放射線測定器によって一定時間放射線を測定したときの計数値のばらつき(分布)は、ポアソン分布となる。

問 2 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^{たい}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^{けい}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 | 0.4 mSv | 0.3 mSv |
| 頭・頸部 | 1.2 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」「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) 0.25 mSv
- (2) 0.30 mSv
- (3) 0.40 mSv
- (4) 0.50 mSv
- (5) 0.60 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)後期は、M期(分裂期)より放射線感受性が高い。
- (2) 細胞周期の中で、S期初期は、S期後期より放射線感受性が高い。
- (3) 細胞周期の中で、G₁期(DNA合成準備期)初期は、G₂期(分裂準備期)後期より放射線感受性が高い。
- (4) 皮膚の角質層の細胞は、基底細胞より放射線感受性が高い。
- (5) 精巣では、精原細胞から精子へ分化する精子形成過程の進行順に、細胞死に至る放射線感受性が高くなる。

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 リンパ組織
- (1) A, B, C
 - (2) A, C, B
 - (3) B, C, A
 - (4) C, A, B
 - (5) C, B, A

問 3 3 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、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の直接の原因にはならないと考えられている。
- (3) 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。
- (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) DNA鎖切断の修復方式のうち、非相同末端結合修復は、DNA切断端どうしを直接結合する方式であるため、修復時の誤りが少ない。

問 3 4 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 全ての組織・臓器の組織加重係数の合計は、1である。
 - C 組織加重係数が最も大きい組織・臓器は、脳である。
 - 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) A, D
 - (4) B, D
 - (5) C, D

問35 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) 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を比較し、同じ生物学的効果を与える線量の比で、OERの値は1より小さい。
- (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) LET(線エネルギー付与)とは、物質中を放射線が通過するとき、荷電粒子の飛跡に沿って単位長さあたりに物質に与えられるエネルギーをいい、低LET放射線の放射線加重係数は1である。
- (5) 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。

問36 ヒトが一時に全身にエックス線の照射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) 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) 被ばくから死亡までの期間は、一般に、造血器官の障害による場合の方が、消化器官の障害による場合よりも短い。
- (3) 被ばくした全てのヒトが60日以内に死亡する線量の最小値は、約4 Gy である。
- (4) 消化器官の障害による死亡の場合、被ばくから死亡までの平均生存日数は、線量にあまり依存せず、ほぼ一定である。
- (5) 5～10 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37 放射線による身体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) 身体的影響には、その重篤度が、被ばく線量に依存するものとしがないものがある。
- (2) 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。
- (3) 放射線による不妊は、早期影響に分類される。
- (4) 白血病以外の放射線による発がんは、一般に、がん好発年齢に達したころから増加するので、被ばく時の年齢が若いほど潜伏期が長くなる。
- (5) 放射線による白血病は、被ばく線量が大きくなるほど潜伏期が短くなる。

問38 エックス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) 骨髄のうち、白血球の造血機能をもつものを白色骨髄という。
- (2) 末梢血液中のリンパ球を除く白血球は、被ばく直後は一時的に増加が認められることがある。
- (3) 末梢血液中の有形成分の減少は、0.25 Gy 程度の被ばくから認められる。
- (4) 末梢血液中の有形成分のうち、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、白血球の減少は感染に対する抵抗力を弱める原因となる。

問 3 9 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 4 0 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 胚死亡^{はい} 乳がん
- (5) 永久不妊 脱毛 遺伝的影響

(終り)