

受験番号	
------	--

エックス線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。
- 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、持ち帰ることはできません。
受験票は、持って退室して、午後の試験にお持ちください。午後の試験が全部免除されている受験者は、受験票を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、加速された熱電子が衝突しエックス線が発生する領域である実焦点は、これをエックス線束の利用方向から見た実効焦点よりも小さくなる。
- (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、連続エックス線と特性エックス線が混在したものになる。

問 2 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) 物質に入射した高エネルギー電子が、原子核の近傍に達し、強いクーロン場によって減速され、軌道を曲げられた際に失ったエネルギーを電磁波の形で放出するものを制動エックス線という。
- (2) 制動エックス線は、連続スペクトルを有する連続エックス線である。
- (3) 物質に入射した電子の運動エネルギーのうち、エックス線として放射されるものはわずかで、大部分は熱に変わる。
- (4) 連続エックス線のうち最大エネルギーを示すものは、エックス線管において加速された電子の運動エネルギーに相当するエネルギーを持つ。
- (5) 連続エックス線の最短波長を λ (nm)、エックス線管の管電圧を V (kV) とすると、 $\lambda/V = 1.24$ の関係が成立する。

問 3 エックス線管の管電流又は管電圧の変化に対応した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。

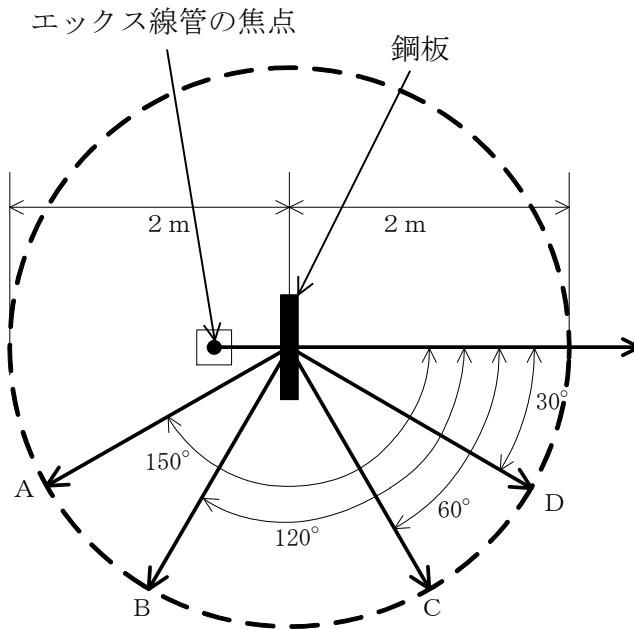
- (1) 管電圧を一定にして管電流を上げると、エックス線の全強度は管電流に比例して増加する。
- (2) 管電流を一定にして管電圧を上げると、エックス線の全強度は管電圧に比例して増加する。
- (3) 管電圧を一定にして管電流を上げても、エックス線の最大エネルギーは変わらない。
- (4) 管電流を一定にして管電圧を上げると、エックス線の最大エネルギーは高くなる。
- (5) 管電流を一定にして管電圧を上げると、最高強度を示すエックス線の波長は短くなる。

問 4 エックス線と物質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) コンプトン効果により散乱するエックス線の波長は、入射エックス線の波長より短く、散乱角は、 $0 \sim 90^\circ$ の間に分布する。
- (2) レイリー散乱は、エックス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あり、散乱エックス線の波長は入射エックス線の波長より長くなる。
- (3) 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。
- (4) 光電効果により原子から放出される電子の運動エネルギーは、入射エックス線のエネルギーに等しい。
- (5) 電子対生成は、入射エックス線のエネルギーが、電子2個の静止質量に相当するエネルギー以上でなければ起こらない。

問 5 図のように、エックス線装置を用い、厚さ20 mm の鋼板に管電圧 100 kV でエックス線を垂直に照射したとき、照射野の中心から 2 m の距離にある図のA点からD点における散乱線の空気カーマ率の大きさに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

ただし、鋼板からの散乱線以外の影響は考えないものとし、また、照射条件は一定とする。



- (1) A点における空気カーマ率は、鋼板の厚さを30 mm に替えると減少する。
- (2) D点における空気カーマ率は、鋼板の厚さを30 mm に替えても、ほとんど変化しない。
- (3) A点における空気カーマ率は、B点における空気カーマ率より小さい。
- (4) B点における空気カーマ率は、鋼板を同じ厚さのアルミニウム板に替えると減少する。
- (5) C点における空気カーマ率は、D点における空気カーマ率より小さい。

問 6 あるエネルギーの엑クス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엑クス線に対する鉛の $1/10$ 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 g/cm^3 とし、 $\log_e 2 = 0.69$ 、 $\log_e 5 = 1.61$ とする。

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

問 7 連続엑クス線が物体を透過する場合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) 連続엑クス線が物体を透過すると、実効エネルギーは物体の厚さの増加に伴い低くなる。
- (2) 連続엑クス線が物体を透過すると、全強度は低下し、特に低エネルギー成分の減弱が大きい。
- (3) 連続엑クス線が物体を透過すると、最高強度を示す엑クス線エネルギーは、高い方へ移動する。
- (4) 連続엑クス線の実効エネルギーが高くなると、平均減弱係数は小さくなる。
- (5) 連続엑クス線が物体を透過するとき、透過엑クス線の全強度が物体に入射する直前の全強度の $1/2$ になる物体の厚さを H_a とし、直前の全強度の $1/4$ になる物体の厚さを H_b とすれば、 H_b は H_a の 2 倍よりも大きい。

問 8 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 | 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 |
| (3) 管電圧調整器 | | 管電流調整器 | 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 |
| ○ (5) 高電圧発生器 | | エックス線制御器 | 高電圧ケーブル |

問 9 単一エネルギーで太い線束のエックス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、次のエックス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

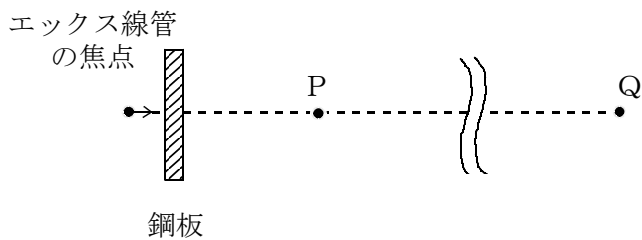
I_S : 物体により散乱されて、測定点に到達した散乱線の強度

- (1) $B = \frac{I_P}{I_S}$
- (2) $B = \frac{I_P}{I_S} - 1$
- (3) $B = 1 + \frac{I_S}{I_P}$
- (4) $B = 1 + \frac{I_P}{I_S}$
- (5) $B = 1 - \frac{I_S}{I_P}$

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4 mの距離のP点における写真撮影中の1 cm線量当量率は0.4 mSv/hである。

露出時間が1枚につき120秒の写真を週30枚撮影するとき、エックス線管の焦点とP点を通る直線上で焦点からP点の方向にあるQ点が管理区域の境界線の外側にあるようにしたい。焦点からQ点までの距離として、最も短いものは(1)～(5)のうちどれか。

ただし、3か月は13週とし、 $\sqrt{2}=1.41$ 、 $\sqrt{5}=2.24$ とする。



- (1) 12 m
- (2) 17 m
- (3) 22 m
- (4) 26 m
- (5) 32 m

〔関係法令〕

問 1 1 エックス線装置を使用する放射線業務従事者が管理区域内において外部被ばくを受けるとき、算定し記録しなければならない線量として、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、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する。

- (1) 5年間に於いて、実効線量が1年間に於き20mSvを超えたことのある男性の放射線業務従事者の実効線量については、6か月ごと及び5年ごとの合計
- (2) 5年間に於いて、実効線量が1年間に於き20mSvを超えたことのない男性の放射線業務従事者の実効線量については、1年ごと及び5年ごとの合計
- (3) 放射線業務従事者の人体の組織別の等価線量については、3か月ごと及び1年ごとの合計
- (4) 1か月に於ける実効線量が1.7mSvを超えるおそれのある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を除く。)の実効線量については、1か月ごと及び1年ごとの合計
- (5) 妊娠中の女性の放射線業務従事者の腹部表面に於ける等価線量については、3か月ごと及び妊娠中の合計

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於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箇所に、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 ^{けい} | 腹・大腿部 ^{たい} |
| (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 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、誤っているものはどれか。

- (1) 外部放射線による実効線量が3か月間につき1.3 mSv を超えるおそれのある区域は、管理区域である。
- (2) 管理区域設定に当たっての外部放射線による実効線量の算定は、1 cm 線量当量及び70 μ m 線量当量によって行うものとする。
- (3) 管理区域は、標識によって明示しなければならない。
- (4) 管理区域には、必要のある者以外の者を立ち入らせてはならない。
- (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 1 4 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) 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エックス線装置を、放射線装置室以外の室に設置して使用している。
- (2) 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。
- (3) 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。
- (4) 管電圧130kV 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。
- (5) 特定エックス線装置を用いて透視を行うとき、定格管電流の2倍以上の電流がエックス線管に通じると、直ちに、エックス線管回路が開放位になる自動装置を設けている。

問 1 5 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、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) 緊急作業に従事しない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100 mSv、かつ、1年間に50 mSv
- (2) 緊急作業に従事しない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
…………… 3か月間に5 mSv
- (3) 男性の放射線業務従事者が緊急作業に従事する間に皮膚に受ける等価線量の限度
…………… 1 Sv
- (4) 男性の放射線業務従事者が緊急作業(特例緊急作業を除く。)に従事する間に受ける実効線量の限度
…………… 250 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
…………… 妊娠と診断されたときから出産までの間に2 mSv

問 1 6 エックス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) 測定は、1 cm 線量当量率(又は1 cm 線量当量)及び70 μm 線量当量率(又は70 μm 線量当量)について、行わなければならない。
- (2) 線量当量率又は線量当量は、いかなる場合も、放射線測定器を用いて測定することが必要であり、計算によって算出してはならない。
- (3) 測定を行ったときは、測定日時、測定方法及び測定結果のほか、測定を実施した者の氏名及びその有する資格について、記録しなければならない。
- (4) 測定を行ったときは、その結果を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。
- (5) 測定を行ったときは、その結果を所轄労働基準監督署長に報告しなければならない。

- 問17 エックス線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。)について、電離放射線障害防止規則に違反していないものは次のうちどれか。
- (1) 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、「皮膚の検査」を省略している。
 - (2) 定期の健康診断において、その実施日の前6か月間に受けた実効線量が5 mSvを超えず、かつ、その後6か月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、「白内障に関する眼の検査」を除く他の全ての項目を省略している。
 - (3) 事業場において行っ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6か月後に、医師の意見を聴いている。
 - (4) 雇入れ又は放射線業務に配置替えの際に行った健康診断については、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。
 - (5) 健康診断の結果に基づき、電離放射線健康診断個人票を作成し、3年間保存した後、厚生労働大臣が指定する機関に引き渡している。

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、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19 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に該当しないものの全ての組合せは、(1)～(5)のうちどれか。

- A 放射線装置室を設置し、又はその使用を廃止した場合
- B 管理区域に係る作業環境測定の測定結果に基づいて記録を作成した場合
- C 放射線装置室内の遮へい物がエックス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 エックス線による非破壊検査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、法令に基づく定期の電離放射線健康診断を行った場合

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

問20 エックス線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25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ついて、労働安全衛生関係法令に違反しているものはどれか。

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) 衛生管理者を2人選任している。
- (2) 総括安全衛生管理者を選任していない。
- (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) 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である。
- (5) 選任している衛生管理者は、いずれも衛生工学衛生管理者の免許を有していない。

(午前終り)

受験番号	
------	--

エックス線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。
「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。

[エックス線の測定に関する知識]

- 問 1 放射線の量とその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、エックス線などの間接電離放射線の照射により、単位質量の物質中に生じた二次荷電粒子の初期運動エネルギーの総和であり、単位は J/kg で、その特別な名称として Gy が用いられる。
 - (3) 等価線量の単位は吸収線量と同じ J/kg であるが、吸収線量と区別するため、その特別な名称として Sv が用いられる。
 - (4) 実効線量は、放射線防護の観点から定められた量であり、単位は C/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用いられ、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) 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ある。
 - (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を用いられている。
 - (4) 光刺激ルミネセンス(OSL)線量計は、ラジオフォトルミネセンスを利用した線量計で、検出素子にはフッ化カルシウムなどが用いられている。
 - (5) 電荷蓄積式(DIS)線量計は、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ある。

問 3 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 …………… ガス増幅
- (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 …………… グロー曲線

問 4 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、放射線測定器を装着した各部位の1 cm線量当量及び70 μm 線量当量を用いて算定する。
- B 皮膚の等価線量は、エックス線については70 μm 線量当量により算定する。
- C 眼の水晶体の等価線量は、エックス線については1 mm 線量当量により算定する。
- D 妊娠中の女性の腹部表面の等価線量は、腹・大腿部^{たい}における1 cm 線量当量により算定する。

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

問 5 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)、頭・頸部^{けい}及び手指の計3箇所^{けい}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	0.2 mSv	1.5 mSv
頭・頸部	1.1 mSv	6.0 mSv
手指	——	6.0 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、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_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) 0.1 mSv
- (2) 0.2 mSv
- (3) 0.3 mSv
- (4) 0.4 mSv
- (5) 0.5 mSv

問 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、施設周辺の微弱的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엑스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엑스線の測定には適していない。

問 7 GM計数管式サーベイメータにより엑스線を測定し、800 cps の計数率を得た。

GM計数管の分解時間が100 μ s であるとき、数え落としの値(cps)に最も近いものは次のうちどれか。

- (1) 30
- (2) 50
- (3) 70
- (4) 90
- (5) 100

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、放射線の種類やエネルギーにあまり依存せず、気体の種類によりほぼ一定の値をとる。
- (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、電子が電界で強く加速され、更に多くのイオン対を発生させることを気体(ガス)増幅という。
- (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影響を与えない領域をプラトーといい、プラトー領域の印加電圧では、入射放射線による一次電離量に比例した大きさの出力パルスが得られる。
- (4) 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エネルギーを ϵ 値といい、シリコン結晶の場合は約3.6eVである。
- (5) 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。

問 9 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。

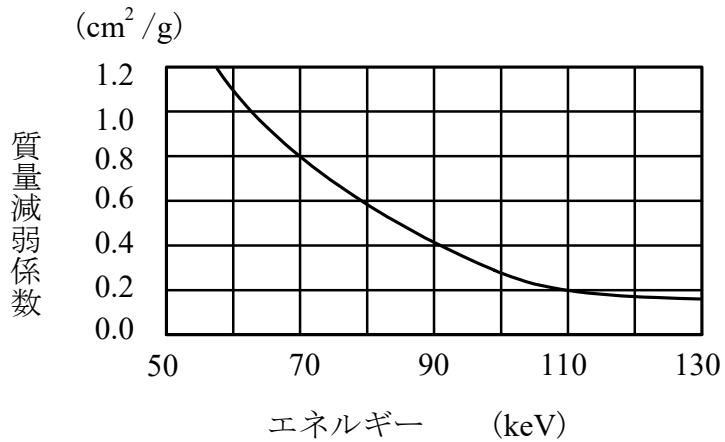
- (1) 測定可能な線量の範囲は、熱ルミネセンス線量計より広く、0.1 μSv ~ 100 Sv 程度である。
- (2) 放射線により生成された蛍光中心に赤外線を当て、発生する蛍光を測定することにより、線量を読み取る。
- (3) 発光量を一度読み取った後も蛍光中心は消滅しないので、再度読み取ることができる。
- (4) 素子は、光学的アニーリングを行うことにより、再度使用することができる。
- (5) 素子には、フッ化リチウム、硫酸カルシウムなどの蛍光物質が用いられており、湿度の影響を受けやすい。

問10 あるX線について、サーベイメータの前面に鉄板を置き、半価層を測定したところ3.0 mmであった。

このX線のおおよそのエネルギーは(1)~(5)のうちどれか。

ただし、X線のエネルギーと鉄の質量減弱係数との関係は下図のとおりとし、 $\log_e 2 = 0.69$ とする。

また、この鉄板の密度は 7.8 g/cm^3 とする。



- (1) 70keV
- (2) 80keV
- (3) 90keV
- (4) 100keV
- (5) 110keV

次の科目が免除されている受験者は、問 1 1～問 2 0 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 1 1 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) 細胞分裂の周期の中で、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) 細胞分裂の周期の中で、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。
- (3) 細胞分裂の周期の中で、G₁期(DNA 合成準備期)後期は、G₂期(分裂準備期)初期より放射線感受性が低い。
- (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) 平均致死線量は、細胞の生存率曲線において、その細胞集団のうち半数の細胞を死滅させる線量で、細胞の放射線感受性の指標とされる。

問 1 2 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基をもつ化合物が存在すると、放射線の生物学的効果は軽減する。
- (4) 溶液中の酵素の濃度を変えて一定線量のエックス線を照射するとき、不活性化される酵素の分子数は酵素の濃度に比例する。
- (5) 溶液中の酵素の濃度を変えて一定線量のエックス線を照射するとき、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 1 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) 確定的影響では、被ばく線量と障害の発生率との関係は二次曲線グラフで示される。
- (2) 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。
- (3) 確定的影響では、被ばく線量が増加すると、障害の重篤度が大きくなる。
- (4) 確定的影響の程度は、実効線量により評価される。
- (5) 遺伝的影響は、確定的影響に分類される。

問 1 4 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) 線量率効果とは、同じ線量を照射する場合に、線量率を低くすると、生物効果が小さくなることをいう。
- (2) 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。
- (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) 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。
- (5) 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当たりに物質に与えられるエネルギーをいい、エックス線は高LET放射線に分類される。

問 1 5 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) 骨髓のうち赤色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) 人の末梢血液中の有形成分の変化は、 $25\mu\text{Gy}$ 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) 人が全身に $\text{LD}_{50/60}$ に相当する線量を被ばくしたときの主な死因は、造血器官の障害である。

問 1 6 次の A から D の放射線による身体的影響について、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 白血病
 - B 永久不妊
 - C 放射線宿酔
 - D 脱毛
- (1) A, B, D
 - (2) A, C
 - (3) A, D
 - (4) B, C
 - (5) B, C, D

問 1 7 放射線による遺伝的影響等に関する次の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 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 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 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、遺伝的影響のほか、身体的影響に分類されるものがある。
- 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) A, D
- (4) B, C
- (5) A, B, C

問 1 8 エックス線被ばくによる放射線皮膚炎の症状に関する次の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 0.2 Gyの被ばくでは、皮膚の充血や腫脹ちようがみられる。
- B 3 Gyの被ばくでは、軽度の紅斑や一時的な脱毛がみられる。
- C 5 Gyの被ばくでは、水疱ほうや永久脱毛がみられる。
- D 25 Gyの被ばくでは、進行性びらんや難治性の潰瘍がみられる。

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

問19 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。

B 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。

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

問20 胎内被ばくに関する次の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 着床前期の被ばくでは胚の死亡が^{はい}起こるが、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。

B 器官形成期の被ばくでは、奇形が発生するおそれがある。

C 胎内被ばくによる奇形の発生のしきい線量は、ヒトでは5 Gy 程度である。

D 胎内被ばくを受け出生した子供にみられる発育遅延は、確率的影響に分類される。

○ (1) A, B

(2) A, B, C

(3) A, D

(4) B, C, D

(5) C, D

(終り)