

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、正答は一間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 エックス線に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) エックス線は、エックス線管の陰極と陽極の間に高電圧をかけて発生させる高エネルギーの荷電粒子の流れである。
- (2) エックス線は、磁場の影響を受ける。
- (3) エックス線は、直接電離放射線である。
- (4) 連続エックス線は、高エネルギー電子が原子核近傍の強い電場を通過するとき急に減速され、運動エネルギーの一部を電磁波の形で放出するものである。
- (5) エックス線のエネルギーは、その波長に比例する。

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) 発生効率は、管電圧に比例して大きくなる。

問 3 特性エックス線に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 特性エックス線の波長は、ターゲット元素の原子番号が大きくなると長くなる。
- (2) ターゲット元素がタングステンの場合のK励起電圧は、タングステンより原子番号の小さい銅やモリブデンの場合に比べて高い。
- (3) 管電圧がK励起電圧を下回るときは、K系列以外の系列の特性エックス線も発生することはない。
- (4) K殻電子が電離されたことによって特性エックス線が発生することをオージェ効果という。
- (5) 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。

問 4 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らないと、電子及び陽電子を生じる電子対生成が起こらない。
- (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 5 あるエックス線装置のエックス線管の焦点から 1 m 離れた点での 1 cm 線量当量率は 60 mSv/h であった。

このエックス線装置を用いて、鉄板とアルミニウム板を重ね合わせた板に細い線束のエックス線を照射したとき、エックス線管の焦点から 1 m 離れた点における透過後の 1 cm 線量当量率は 7.5 mSv/h であった。

このとき、鉄板とアルミニウム板の厚さの組合せとして正しいものは次のうちどれか。

ただし、このエックス線に対する鉄の減弱係数を  $3.0 \text{ cm}^{-1}$ 、アルミニウムの減弱係数を  $0.5 \text{ cm}^{-1}$  とし、鉄板及びアルミニウム板を透過した後のエックス線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。

なお、 $\log_e 2 = 0.69$  とする。

	鉄板	アルミニウム板
(1)	2.3 mm	13.8 mm
(2)	2.3 mm	20.7 mm
○ (3)	4.6 mm	13.8 mm
(4)	4.6 mm	20.7 mm
(5)	4.6 mm	27.6 mm

問 6 あるエネルギーのエックス線に対する半価層が 5 mm の遮へい板 P、10 mm の遮へい板 Q、15 mm の遮へい板 R があり、板厚はともに 10 mm である。

これらを用いた次の A から D の遮へい体により、このエックス線を遮へいするとき、遮へい効果の高いものから順に並べたものは (1) ~ (5) のうちどれか。

- A 遮へい板 P を 2 枚重ねた遮へい体
- B 遮へい板 Q を 3 枚重ねた遮へい体
- C 遮へい板 P 1 枚と遮へい板 R 2 枚を重ねた遮へい体
- D 遮へい板 P 1 枚と遮へい板 Q 1 枚と遮へい板 R 1 枚を重ねた遮へい体

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

問 7 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 $135^\circ$ 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大きかった。

次に、同じ照射条件で、鋼板について、散乱角 $120^\circ$ 及び $135^\circ$ 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□の方向の方が大きかった。

また、同じ照射条件で、鋼板について、散乱角 $30^\circ$ 及び $60^\circ$ 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□の方向の方が大きかった。」

	A	B	C
(1) アルミニウム板		$120^\circ$	$60^\circ$
○ (2) アルミニウム板		$135^\circ$	$30^\circ$
(3) アルミニウム板		$135^\circ$	$60^\circ$
(4) 鋼板		$120^\circ$	$60^\circ$
(5) 鋼板		$135^\circ$	$30^\circ$

問 8 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、物質を透過したエックス線を蛍光体を塗布した板の上に当てたときにできる蛍光像を観察することによって、物質の欠陥の程度などを識別する装置である。
- (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) エックス線透過試験装置は、被検査物体を透過したエックス線による画像を観察する装置で、画像の検出にはフィルムなどが用いられる。

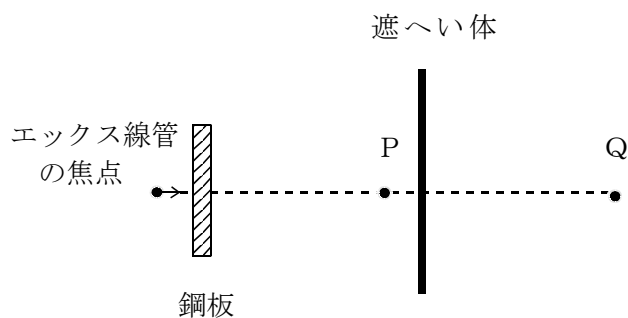
問 9 単一エネルギーで太い線束のエックス線が物質を透過するときの減弱及び再生係数(ビルドアップ係数)に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 再生係数は、入射エックス線の線量率が高くなるほど小さくなる。
- (2) 再生係数は、物質への照射面積が大きいほど大きくなる。
- (3) 再生係数は、物質の厚さが薄くなるほど小さくなる。
- (4) 再生係数は、透過後、物質から離れるほど小さくなり、その値は1に近づく。
- (5) 太い線束のエックス線では、散乱線が加わるため、細い線束のエックス線より減弱曲線の勾配は緩やかになり、見かけ上、減弱係数が小さくなる。

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15mm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 線量当量について行うものとするが、70  $\mu$ 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  $\mu$ 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  $\mu$ m 線量当量率又は70  $\mu$ m 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) 測定は、1 か月以内（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、行わなければならない。



問12 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。)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、定期的に行っている。
- (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ため、「皮膚の検査」を省略した。
- (3) 定期的健康診断において、健康診断を行おうとする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、健康診断を行おうとする日の属する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ため、「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、健康診断が行われた日から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) 管理区域に一時的に立ち入るが放射線業務に従事していない労働者に対しては、健康診断を行っていない。

問13 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上、正しいものはどれか。

- (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  $\mu\text{Sv/h}$  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) 放射線装置室には、放射線業務従事者以外の者が立ち入ることを禁止し、その旨を明示している。
- (4) 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、エックス線装置に電力が供給されている旨を関係者に周知させる方法として、管電圧が150 kV 以下である場合を除き、自動警報装置によるものとしている。
- (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14 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、定められているものはどれか。

- (1) エックス線作業主任者は、エックス線装置を用いて放射線業務を行う事業場ごとに1人選任しなければならない。
- (2) 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。
- (3) エックス線作業主任者免許を受けている者で、当該免許に係る業務に現に就いているものは、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) エックス線作業主任者を選任したときは、エックス線作業主任者の氏名及びその者に行わせる事項について、作業場の見やすい箇所に掲示する等により、関係労働者に周知させなければならない。
- (5) エックス線作業主任者を選任したときは、遅滞なく、所定の様式による報告書を、所轄労働基準監督署長に提出しなければならない。

問15 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、放射線測定器の装着部位が、労働安全衛生関係法令上、胸部及び腹・大腿部の計2箇所となるものの組合せは(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・大腿部であり、次に多い部位が頭・頸部である男性
- 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, D
- (2) A, E
- (3) B, C
- (4) B, D
- (5) C, E

問 1 6 被ばく線量が次のようになった放射線業務従事者のうち、労働安全衛生関係法令上、速やかに医師の診察又は処置を受けさせなければならないものはどれか。

- (1) 初めて放射線業務に従事した 1 年間に受けた実効線量が、30 mSv に達した男性の放射線業務従事者
- (2) 1 年間に通常の放射線業務及び緊急作業において皮膚に受けた等価線量が、400 mSv に達した男性の放射線業務従事者
- (3) 緊急作業に従事した 1 日間に眼の水晶体に受けた等価線量が、200 mSv である男性の放射線業務従事者
- (4) 3 か月間に受けた実効線量が、2 mSv に達した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中のものを除く。）
- (5) 妊娠中に腹部表面に受けた等価線量が、1 mSv に達した女性の放射線業務従事者

問 1 7 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) 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。
- (4) この構造規格が適用されるエックス線装置は、医療用のものでも工業用のものでも、エックス線管について必要とされる遮への基準は等しい。
- (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18 労働安全衛生関係法令に基づきエックス線作業主任者免許が与えられる者に該当しないものは、次のうちどれか。

- (1) エックス線作業主任者免許試験に合格した満18歳の者
- (2) 第二種放射線取扱主任者免状の交付を受けた満25歳の者
- (3) 第一種放射線取扱主任者免状の交付を受けた満30歳の者
- (4) 診療放射線技師の免許を受けた満35歳の者
- (5) 原子炉主任技術者免状の交付を受けた満40歳の者

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。

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 労働者数が常時50人以上の事業場で、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。
- B 労働者数が常時25人の事業場で、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 放射線装置室を設置しようとするとき。
- D 労働者数が常時50人以上の事業場で、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 エックス線照射装置を用いて行う透過写真撮影の業務に常時従事する労働者30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、法令上、選任しなければならないものは次のうちどれか。

- (1) 総括安全衛生管理者
- (2) 安全衛生推進者
- (3) 2人以上の衛生管理者
- (4) 専任の衛生管理者
- (5) 専属の産業医

(午前終了)

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 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) 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) エックス線の放射線加重係数は、1 である。

問 2 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 .....  $m^{-1}$
- (3) カーマ ..... Gy
- (4) 粒子フルエンス .....  $Gy/m^2$
- (5) 等価線量 ..... Sv



問 3 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 cm線量当量及び70  $\mu\text{m}$ 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  $\mu\text{m}$ 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<sup>たい</sup>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 4 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) GM計数管 …………… 電子なだれ

(2) 比例計数管 …………… グロー曲線

(3) 電離箱 …………… 窒息現象

(4) シンチレーション検出器 …………… G値

(5) フリッケ線量計 …………… 充電

問 5 気体の電離を利用する放射線検出器の印加電圧と生じる電離電流の特性に対応した次のAからDの領域について、出力電流の大きさが入射放射線による一次電離量に比例し、放射線の検出に利用される領域の組合せは(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 6 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) 光電子増倍管から得られる出力パルス波高には、入射エックス線のエネルギーの情報が含まれている。
- (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 7 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	0.3 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( $H_{EE}$ )は、次式により算出するものとする。

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

$H_a$  : 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」「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) 0.4 mSv
- (3) 0.6 mSv
- (4) 0.9 mSv
- (5) 1.2 mSv

問 8 GM計数管式サーベイメータにより放射線を測定し、1,500cps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 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、これは気体の種類によって異なる値となり、また同じ気体中では放射線のエネルギーにあまり依存しない。
- (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 $\epsilon$ 値といい、シリコンの場合は約3.6eV程度である。
- (3) 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。
- (4) 測定器の指針が安定せず、ゆらぐ現象をフェーディングという。
- (5) GM計数管の特性曲線において、印加電圧を上げてても計数率がほとんど変わらない範囲をプラトーといい、プラトーが長く、傾斜が小さいほど、計数管としての性能は良い。

問10 熱ルミネッセンス線量計(TLD)と蛍光ガラス線量計(RPLD)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、TLDではフッ化リチウム、硫酸カルシウムなどが、RPLDでは銀活性リン酸塩ガラスが用いられる。

B 線量読み取りのための発光は、TLDでは加熱により、RPLDでは紫外線照射により行われる。

C 線量の読み取りは、TLDでは何度でも繰り返し行うことができるが、RPLDでは線量を読み取ると素子から情報が消失してしまうため、1回しか行うことができない。

D RPLDの素子は1回しか使用することができないが、TLDの素子はアニーリング処理を行うことにより、再度使用することができる。

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

次の科目が免除されている受験者は、問11～問20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11 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、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) 平均致死線量は、細胞の放射線感受性を表す指標として用いられ、その値が大きいほど、細胞の放射線感受性は高い。

問12 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、酸素効果の大きさを表すものである。
- (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～数日のうちに死亡する。
- (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13 エックス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) エックス線光子と生体内の水分子を構成する原子との相互作用の結果生成されたラジカルが、直接、生体高分子に損傷を与える作用が直接作用である。
- (2) エックス線光子によって生じた二次電子が、生体高分子の電離又は励起を行うことによって、生体高分子に損傷を与える作用が間接作用である。
- (3) エックス線のような低LET放射線が生体に与える影響は、直接作用によるものより間接作用によるものの方が大きい。
- (4) 生体中にシステイン、システアミンなどの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、主に直接作用により説明される。
- (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 1 4 エックス線被ばくによる末梢血液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変化は、250  $\mu$ Gy 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、血小板の減少は出血傾向を示す原因となる。

問 1 5 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としがないものがある。
- (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16 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 胎内被ばくを受け、出生した子供にみられる発育遅滞は、遺伝的影響である。
- 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, B, C
- (3) A, C
- (4) A, D
- (5) B, C, D

問17 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長い。
- (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) 3～5 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。
- (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18 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 リンパ組織

B 腎臓

C 毛のう

(1) A, B, C

○ (2) A, C, B

(3) B, A, C

(4) B, C, A

(5) C, A, B

問19 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 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20 胎内被ばくに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 着床前期の被ばくでは、胚の死亡が起こることがあるが、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。
- (2) 胎内被ばくのうち、奇形の発生するおそれが最も大きいのは、器官形成期の被ばくである。
- (3) 胎内被ばくのうち、出生後、精神発達遅滞を起こしやすいのは、胎児期の被ばくである。
- (4) 胎内被ばくにより胎児に生じる奇形は、確定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精神発達遅滞は、確率的影響に分類される。

(終り)