

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、制動放射による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 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 12 mSv/min であった。

このエックス線装置を用い、厚さ 8 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 3 mSv/min であった。

厚さ 10 mm の鋼板と厚さ 30 mm のアルミニウム板を重ね合わせ 40 mm とした板に照射した場合、透過後の 1 cm 線量当量率の値として、最も近いものは (1)～(5)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) 0.4 mSv/min
- (3) 0.8 mSv/min
- (4) 1.2 mSv/min
- (5) 1.6 mSv/min

問 3 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) 最高強度を示す波長は、短くなる。
- (3) 線質は、硬くなる。
- (4) 最短波長は、管電圧に反比例して短くなる。
- (5) 全強度は、管電圧に比例して大きくなる。

問 4 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、蛍光体を塗布した板の上に、物質を透過したエックス線を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、エックス線が物質を透過する性質を利用して透過試験を行う装置で、フィルムを使って透過写真を撮影するものなどがある。

問 5 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。

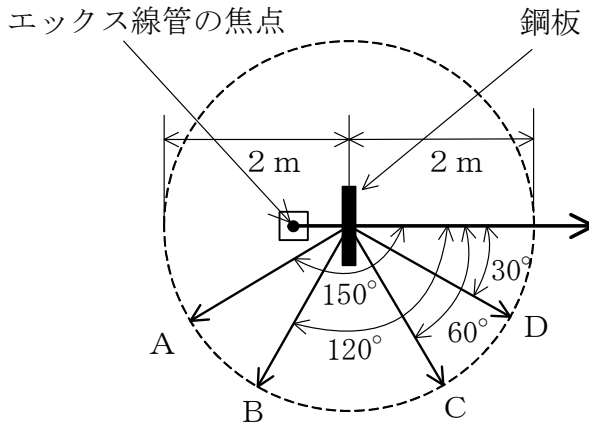
- (1) 再生係数は、入射エックス線の線量率が高くなるほど小さくなる。
- (2) 再生係数は、物質への照射面積が大きいほど大きくなる。
- (3) 再生係数は、物質の厚さが薄くなるほど小さくなる。
- (4) 再生係数は、透過後、物質から離れるほど小さくなり、その値は1に近づく。
- (5) 太い線束のエックス線では、散乱線が加わるため、細い線束のエックス線より減弱曲線の勾配は緩やかになり、見かけ上、減弱係数が小さくなる。

問 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 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 8 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文中の□内に入れるAからCの数値又は語句の組合せとして、正しいものは(1)～(5)のうちどれか。

「測定点の高さは、作業床面上約□A□mの位置とし、あらかじめ計算により求めた□B□の低い箇所から逐次高い箇所へと測定していく。

測定前に、バックグラウンド値を調査しておき、これを測定値□C□値を測定結果とする。」

	A	B	C
(1)	1	1 cm 線量当量	に加算した
(2)	1	1 cm 線量当量又は70 μ m 線量当量	から差し引いた
○ (3)	1	1 cm 線量当量又は 1 cm 線量当量率	から差し引いた
(4)	1.5	1 cm 線量当量率	から差し引いた
(5)	1.5	1 cm 線量当量率又は70 μ m 線量当量	に加算した

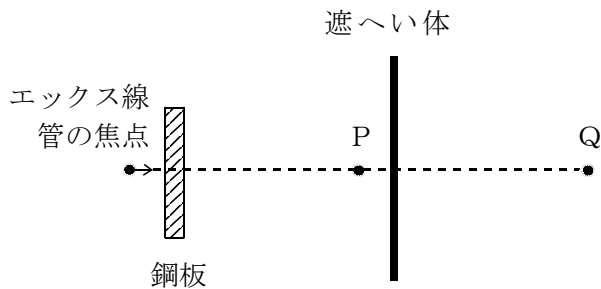
問 9 エックス線装置を用いて透過写真撮影を行う場合のエックス線の遮へい及び散乱線の低減に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (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、後方散乱線を低減する効果が鉛より大きい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パ状の遮へい体で、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) ろ過板は、被写体からの後方散乱線の低減に効果がある。
- (5) 絞りは、エックス線束の広がり制限し、エックス線を必要な部分にだけ照射するために用いる。

問10 下図のように엑クス線装置を用いて鋼板の透過写真撮影を行うとき、엑クス線管の焦点から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、엑クス線管の焦点から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が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25 mmとし、3か月は13週とする。



- (1) 10 mm
- (2) 20 mm
- (3) 30 mm
- (4) 40 mm
- (5) 50 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、外部放射線による実効線量が3か月間につき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) 管理区域に一時的に立ち入る労働者についても、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しなければならない。

問 1 2 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該当する部分の作業環境測定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。

「作業場のうち管理区域に該当する部分について、□A□以内（エックス線装置を固定して使用する場合において使用の方法及び遮へい物の位置が一定しているときは、□B□以内）ごとに1回、定期的に、作業環境測定を行い、その都度、測定日時、測定箇所、測定結果、□C□等一定の事項を記録し、5年間保存しなければならない。」

- | | A | B | C |
|-------|-----|-----|-------------------|
| (1) | 6か月 | 1年 | エックス線装置の種類及び型式 |
| (2) | 1か月 | 6か月 | エックス線装置の種類及び型式 |
| (3) | 6か月 | 1年 | 放射線測定器の種類、型式及び性能 |
| ○ (4) | 1か月 | 6か月 | 放射線測定器の種類、型式及び性能 |
| (5) | 6か月 | 1年 | 測定結果に基づき実施した措置の概要 |

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 $30 \mu\text{Sv/h}$ 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) 工業用のエックス線装置を放射線装置室以外の場所で使用するとき、そのエックス線管の焦点及び被照射体から 5 m 以内の場所で、外部放射線による実効線量が 1 週間につき 1 mSv を超える場所に、必要な作業を行うときを除き労働者が立ち入ることを禁止しているが、その場所を標識により明示していない。
- (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 1 4 エックス線装置構造規格に基づき、特定エックス線装置の見やすい箇所に表示しなければならない事項に該当しないものは次のうちどれか。

- (1) 型式
- (2) 定格出力
- (3) 製造者名
- (4) 製造番号
- (5) 製造年月

問 1 5 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16 エックス線装置を取り扱う次のAからDの放射線業務従事者のうち、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を、胸部及び腹・大腿部の計2箇所としなければならないものの組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 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、次に多い部位が腹・大腿部である男性
- B 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が腹・大腿部であり、次に多い部位が頭・頸部である男性
- C 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が腹・大腿部であり、次に多い部位が手指である男性
- D 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が腹・大腿部であり、次に多い部位が胸・上腕部である女性(妊娠する可能性がないと診断されたものを除く。)

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

問 1 7 放射線業務従事者の被ばく限度とその値の組合せとして、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) 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) 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) 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

(4) 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500 mSv

○ (5) 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

…………… 1年間に300 mSv

問 1 8 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) 定期的健康診断において、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、健康診断実施日から6か月後に、医師の意見を聴いている。

○ (4) 定期的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ているが、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 エックス線作業主任者を選任したとき。
- B 放射線装置室に設けた遮へい物が放射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とき。
- C 放射線装置室を設置しようとするとき。
- D 常時50人以上の労働者を使用する事業場で、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 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

エックス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。

(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。
「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 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 μ 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 1 cm 線量当量により算定する。
 - C 眼の水晶体の等価線量は、放射線の種類及びエネルギーに応じて、1 cm 線量当量又は 70 μ m 線量当量のうちいずれか適切なものにより算定する。
 - D 妊娠と診断された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, C
 - (2) A, B, D
 - (3) A, C
 - (4) B, D
 - (5) C, D

問 3 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、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) 放射線が半導体中で1個の電子・正孔対を作るのに必要なエネルギーをG値といい、シリコンの結晶では100eV程度である。
- (3) 放射線計測において、測定しようとする放射線以外の、自然又は人工線源からの放射線を、バックグラウンド放射線という。
- (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、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。
- (5) 計測器がより高位の標準器又は基準器によって次々と校正され、国家標準につながる経路が確立されていることをトレーサビリティといい、放射線測定器の校正は、トレーサビリティが明確な基準測定器又は基準線源を用いて行う必要がある。

問 4 GM計数管に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) GM計数管の内部には電離気体として用いられる空気のほか、放射線によって生じる放電を短時間で消滅させるための消滅(クエンチング)ガスとしてアルゴンなどの希ガスが混入されている。
- (2) 回復時間は、入射放射線により一度放電し、一時的に検出能力が失われた後、パルス波高が弁別レベルまで回復するまでの時間で、GM計数管が測定できる最大計数率に関係する。
- (3) プラトーが長く、その傾斜が小さいプラトー特性のGM計数管は、一般に性能が劣る。
- (4) GM計数管は、プラトー部分の中心部より高い印加電圧で使用する。
- (5) GM計数管では、入射放射線のエネルギーを分析することができない。

問 5 次のエックス線とその測定に用いるサーベイメータの組合せのうち、適切でないものはどれか。

- (1) 散乱線を多く含むエックス線 …………… 電離箱式サーベイメータ
- (2) 0.1 $\mu\text{Sv/h}$ 程度の低線量率のエックス線
…………… シンチレーション式サーベイメータ
- (3) 200 mSv/h 程度の高線量率のエックス線
…………… 電離箱式サーベイメータ
- (4) 湿度の高い場所における100 $\mu\text{Sv/h}$ 程度のエックス線
…………… GM計数管式サーベイメータ
- (5) 10 keV 程度の低エネルギーのエックス線
…………… 半導体式サーベイメータ

問 6 次のAからDの放射線検出器について、放射線のエネルギー分析が可能なものの全ての組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 電離箱
 - B 比例計数管
 - C 半導体検出器
 - D シンチレーション検出器
- (1) A, B
 - (2) A, B, D
 - (3) A, C
 - (4) B, C, D
 - (5) C, D

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^{たい}までを覆う防護衣を着用して放射線業務を行った。

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	0.3 mSv	0.5 mSv
頭・頸部	1.2 mSv	1.5 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) 0.8 mSv
- (5) 1.0 mSv

問 8 熱ルミネセンス線量計(TLD)と光刺激ルミネセンス線量計(OSLD)に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) TLDでは素子としてフッ化リチウム、フッ化カルシウムなどが、OSLDでは炭素を添加した酸化アルミニウムなどが用いられている。
- (2) TLD及びOSLDの素子は高感度であるが、TLDの素子は感度に若干のばらつきがある。
- (3) 線量読み取りのための発光は、TLDでは加熱により、OSLDでは緑色のレーザー光などの照射により行われる。
- (4) OSLDでは線量の読み取りを繰り返し行うことができるが、TLD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。
- (5) TLDでは加熱によるアニーリング処理を行うことにより素子を再使用することができるが、OSLDでは素子は1回しか使用することができない。

問 9 あるサーベイメータを用いて60秒間エックス線を測定し、1,600 cps の計数率を得た。

この計数率の標準偏差(cps)に最も近い値は、次のうちどれか。

ただし、バックグラウンドは無視するものとする。

- (1) 0.7
- (2) 5
- (3) 27
- (4) 40
- (5) 310

問10 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、 $0.1 \mu\text{Sv} \sim 100 \text{Sv}$ 程度である。
- (2) 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) 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、硫酸カルシウム、硫酸マグネ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。

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 放射線感受性に関する次の記述のうち、ベルゴニー・トリボンドーの法則に従っていないものはどれか。

- (1) リンパ球は、骨髄中だけでなく、末梢血液^{しょう}中においても感受性が高い。
- (2) 皮膚の基底細胞層は、角質層より感受性が高い。
- (3) 小腸の腺窩^か細胞(クリプト細胞)は、絨毛先端部^{じゅう}の細胞より感受性が高い。
- (4) 骨組織は、一般に放射線感受性が低いが、小児では比較的高い。
- (5) 脳の神経組織の放射線感受性は、成人では低いが、胎児では高い時期がある。

問12 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 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) 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。
- (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 1 4 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、正しいものはどれか。

- (1) 末梢血液中の、リンパ球以外の白血球は、被ばく直後一時的に増加することがある。
- (2) 造血器官である骨髄のうち、脊椎の中にあり、造血幹細胞の分裂頻度が極めて高いものは脊髄である。
- (3) 人の末梢血液中の血球数の変化は、被ばく量が1 Gy程度までは認められない。
- (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血小板である。
- (5) 末梢血液中の赤血球の減少は貧血を招き、血小板の減少は感染に対する抵抗力を弱める原因となる。

問15 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 1～2 Gy 程度の被ばくで、放射線宿酔の症状が現れることはない。
- B 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短い。
- C 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。
- D 半致死線量(LD_{50/60})に相当する線量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。

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

問16 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) 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、二重らせんの両方が切れる2本鎖切断の発生頻度は、片方だけが切れる1本鎖切断の発生頻度より高い。
- (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) DNA2本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、誤りなく行われる。
- (5) DNA鎖切断のうち、1本鎖切断は2本鎖切断に比べて修復されやすい。

問 1 7 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 1 8 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) 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。

(3) 胎児期に被ばくし、成長した子供には、その後に遺伝的影響を起こすことはない。

(4) 遺伝的影響は、確定的影響に分類される。

○ (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、その値が大きいほど遺伝的影響は起こりにくい。

問19 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20 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 再生不良性貧血

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

(終り)