

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。
なお、午後の試験が全部免除されている者は、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よりも、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大きくなる。
- (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。

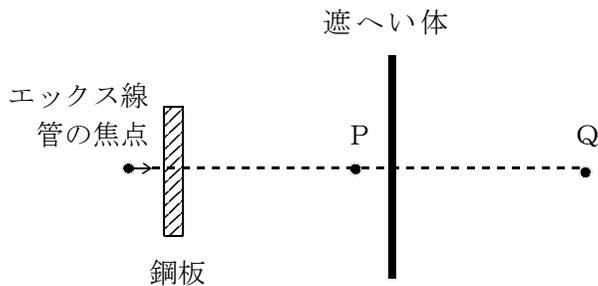
問 2 連続エックス線が物体を透過する場合の減弱に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 連続エックス線が物体を透過するとき、平均減弱係数は、物体の厚さの増加に伴い大きくなる。
- (2) 連続エックス線が物体を透過すると、最高強度を示すエックス線のエネルギーは、低い方へ移動する。
- (3) 連続エックス線が物体を透過するとき、透過後の実効エネルギーは物体の厚さが増すほど高くなるが、物体が十分厚くなるとほぼ一定となる。
- (4) 連続エックス線は、物体を透過しても、その全強度は変わらない。
- (5) 連続エックス線が物体を透過するとき、透過エックス線の全強度が物体に入射する直前の全強度の $1/2$ となる物体の厚さを H_a とし、直前の全強度の $1/4$ となる物体の厚さを H_b とすれば、 H_b は H_a の 2 倍である。

問 3 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、エッ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 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

問 4 工業用の一体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、正しいものは(1)～(5)のうちどれか。

「工業用の一体形エックス線装置は、□ A □とエックス線管を一体としたエックス線発生器と、□ B □との間を□ C □ケーブルで接続する構造の装置である。」

- | | A | B | C |
|-------|--------|--------|-----|
| (1) | 管電圧調整器 | 制御器 | 高電圧 |
| (2) | 管電圧調整器 | 管電流調整器 | 高電圧 |
| (3) | 高電圧発生器 | 管電圧調整器 | 高電圧 |
| ○ (4) | 高電圧発生器 | 制御器 | 低電圧 |
| (5) | 管電流調整器 | 管電圧調整器 | 低電圧 |

問 5 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を表す場合に用いられる再生係数(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、1未満となることはない。
- (2) 再生係数は、線束の広がりが大きいかほど大きくなる。
- (3) 再生係数は、入射エックス線のエネルギーや吸収体の材質によって異なる。
- (4) 再生係数は、吸収体の厚さが厚くなるほど大きくなる。
- (5) 再生係数は、入射エックス線の線量率が大きいかほど大きくなる。

問 6 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 100 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 の位置で測定して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°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 □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°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 □方向の方が大きかった。」

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

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、正しいものはどれか。

- (1) 測定器は、方向依存性が大きく、測定可能な下限線量が小さなものを用いる。
- (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3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) 測定は、あらかじめ計算により求めた1 cm線量当量又は1 cm線量当量率の高い箇所から低い箇所へ逐次行っていく。
- (5) 測定点の高さは、作業床面上の約1.5 mの位置とする。

問 9 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 ($K\alpha$) 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) 特性エックス線は、連続スペクトルを示す。
- (3) 管電圧が、K系列の特性エックス線を発生させるのに必要な最小値であるK励起電圧を下回るときは、他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り特性エックス線が発生することをオーージェ効果という。
- (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10 ろ過板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。

「ろ過板は、照射口に取り付けて、透過試験に役立たない□Aエックス線(波長の□Bエックス線)を取り除き、無用な散乱線を減少させるために使用する。

しかし、□Cなどで□Aエックス線を利用する場合には、ろ過板は使用しない。」

- | | A | B | C |
|-------|---|----|-------------|
| (1) | 硬 | 長い | エックス線回折装置 |
| (2) | 硬 | 短い | 蛍光エックス線分析装置 |
| ○ (3) | 軟 | 長い | 蛍光エックス線分析装置 |
| (4) | 軟 | 長い | エックス線CT装置 |
| (5) | 軟 | 短い | エックス線回折装置 |

〔関係法令〕

問11 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1.3mSv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12 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・大腿部の計2箇所であるものの組合せは(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腹・大腿部であり、次に多い部位が手指である男性
- B 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が胸・上腕部であり、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腹・大腿部であり、次に多い部位が頭・頸部である男性
- 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 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、誤っている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、緊急作業に従事しないものとする。

- (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
…………… 1か月間に3 mSv
- (3) 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
- (4) 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150 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2 mSv

問14 次のAからE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場合
- B 放射線装置室を設置し、又はその使用を廃止した場合
- C 常時使用する労働者数が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25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
- E 常時使用する労働者数が50人以上の事業場で、法令に基づく雇入れ時の電離放射線健康診断を行った場合

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

問15 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、原則として6か月以内ごとに1回、定期に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ものとするが、70 μm 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 μm 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 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。
- (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、遅滞なく、電離放射線作業環境測定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。
- (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16 次のAからDの事項について、労働安全衛生関係法令上、エックス線作業主任者の職務とされているものの全ての組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 透過写真撮影の業務に従事する労働者に対し、特別の教育を行うこと。
 - B 管理区域の標識が規定に適合して設けられるように措置すること。
 - C 放射線業務従事者の受ける線量ができるだけ少なくなるように照射条件等を調整すること。
 - D 外部放射線を測定するための放射線測定器について、校正を行うこと。
- (1) A, B
 - (2) A, B, D
 - (3) A, C, D
 - (4) B, C
 - (5) B, C, D

問 1 7 エックス線装置構造規格において、工業用等のエックス線装置のエックス線管について、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。

「工業用等のエックス線装置のエックス線管は、その焦点から □ A □ の距離における利用線錘以外の部分のエックス線の空気カーマ率が、波高値による定格管電圧が 200 kV 未満のエックス線装置では、□ B □ mGy/h 以下、波高値による定格管電圧が 200 kV 以上のエックス線装置では、□ C □ mGy/h 以下になるように遮へいされているものでなければならない。」

- | | A | B | C |
|-------|------|-----|-----|
| (1) | 5 cm | 77 | 115 |
| (2) | 5 cm | 155 | 232 |
| (3) | 1 m | 1.3 | 2.1 |
| ○ (4) | 1 m | 2.6 | 4.3 |
| (5) | 1 m | 6.5 | 10 |

- 問18 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、定期に実施している。
 - (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) 定期の健康診断において、健康診断実施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、健康診断実施日の属する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、健康診断実施日から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) 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、5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 エックス線装置を使用する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 $20\mu\text{Sv/h}$ 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。
- (4) 特定エックス線装置を使用して作業を行うとき、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、どちらも用いていない。
- (5) 工業用の特定エックス線装置について、エックス線管に流れる電流が定格管電流の2倍に達したとき、直ちに、エックス線管回路が開放位になるように自動装置を設定して、透視の作業を行っている。

問20 250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であり、単位は Gy が用いられる。
 - (2) カーマは、電離放射線の照射により、単位質量の物質中に生成された荷電粒子の電荷の総和であり、単位は Gy が用いられる。
 - (3) 等価線量は、人体の特定の組織・臓器当たりの吸収線量に、放射線の種類とエネルギーに応じて定められた放射線加重係数を乗じたもので、単位は Sv が用いられる。
 - (4) 実効線量は、人体の各組織・臓器が受けた等価線量に、各組織・臓器の相対的な放射線感受性を示す組織加重係数を乗じ、これらを合計したもので、単位は 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 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 3 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엑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엑クス線の測定には適していない。

問 4 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	0.4 mSv	0.5 mSv
頭・頸部	1.3 mSv	1.5 mSv
手指		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。

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

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」「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) 0.3 mSv
- (3) 0.4 mSv
- (4) 0.5 mSv
- (5) 0.6 mSv

問 5 GM計数管式サーベイメータによる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、正しいものは(1)～(5)のうちどれか。

「検出器の積分回路の時定数の値を小さくすると、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 6 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 7 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) フィルムバッジは、写真乳剤を塗付したフィルムを現像したときの黒化度により被ばく線量を評価する測定器で、各フィルタを通したフィルム濃度の変化から、放射線の実効エネルギーを推定することができる。
- (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、線量の読み取りは随時行うことができる。
- (3) 半導体式ポケット線量計は、放射線の固体内での電離作用を利用した線量計で、検出器に高圧電源を必要とせず小型軽量で、1 cm 線量当量がデジタル表示され、作業中の線量確認が容易である。
- (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リチウム、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、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ーを用いて行う。

問 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) 気体中で1個のイオン対を生成するのに必要な放射線のエネルギーをG値といい、気体の電離作用を利用した計測における重要な値である。
- (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、電子が電界によって強く加速され、更に多くのイオン対を発生させることを気体(ガス)増幅といい、比例計数管やGM計数管による測定に利用される。
- (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) GM計数管で放射線を計数するとき、分解時間内に入射した放射線は計数されないため、その分、計測値が減少することを数え落としという。
- (5) 半導体検出器において、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平均エネルギーを ϵ 値といい、シリコン結晶の場合は、約3.6eVである。

問 9 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 …………… 窒息現象
- (2) 比例計数管 …………… グロー曲線
- (3) GM計数管 …………… 電子なだれ
- (4) シンチレーション検出器 …………… W値
- (5) フリッケ線量計 …………… 充電

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 放射線の細胞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) 細胞分裂の周期のM期(分裂期)の細胞は、S期(DNA合成期)後期の細胞より放射線感受性が高い。
- (2) 細胞分裂の周期の G_1 期(DNA合成準備期)後期の細胞は、 G_2 期(分裂準備期)初期の細胞より放射線感受性が高い。
- (3) 皮膚の基底細胞は、角質層の細胞より放射線感受性が高い。
- (4) 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。
- (5) 将来の細胞分裂の回数が多い細胞ほど、放射線感受性は一般に高い。

問 1 2 放射線によるDNAの損傷と修復に関する次の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 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。

B DNA鎖切断のうち、二重らせんの片方だけが切れる1本鎖切断の発生頻度は、両方が切れる2本鎖切断の発生頻度より高い。

C 細胞には、DNA損傷を修復する機能があり、修復が誤りなく行われれば、細胞は回復する。

D DNA鎖切断のうち、2本鎖切断はDNA鎖の相同組換え修復により、1本鎖切断に比べて容易に修復される。

(1) A, B

(2) A, C

○ (3) B, C

(4) B, D

(5) C, D

問 1 3 エックス線被ばくによる末梢血液^{しょう}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 μ 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。

(5) 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。

問 1 4 放射線の被ばくによる確率的影響と確定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) 確率的影響では、被ばく線量が増加すると影響の発生確率も増加する。
- (2) 確定的影響では、被ばく線量と影響の発生確率との関係が、シグモイド曲線で示される。
- (3) 遺伝的影響は、確率的影響に分類される。
- (4) 確定的影響は、実効線量により評価される。
- (5) 胎内被ばくによる胎児の奇形は、確定的影響に分類される。

問 1 5 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 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。
 - C 被ばくした全員が60日以内に死亡する線量の最小値は、約 4 Gy であると推定されている。
 - D 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。
- (1) A, B
 - (2) A, D
 - (3) B, C
 - (4) B, D
 - (5) C, D

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 再生不良性貧血

(1) A, B, D

(2) A, C

(3) A, D

(4) B, C

○ (5) B, C, D

問 1 7 放射線の生物学的効果に関する次の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 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で、放射線の線質を表す指標である。

B 半致死線量は、被ばくした集団中の全個体が一定期間内に死亡する最小線量の50%に相当する線量である。

C OER(酸素増感比)とは、細胞内に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。

D 倍加線量は、放射線による遺伝的影響を推定するための指標であり、その値が大きいほど遺伝的影響は起こりやすい。

(1) A, B

○ (2) A, C

(3) B, C

(4) B, D

(5) C, D

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 毛のう

B 小腸粘膜

C 甲状腺

(1) A, B, C

(2) A, C, B

○ (3) B, A, C

(4) B, C, A

(5) C, A, B

問19 放射線による身体的影響に関する次の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 眼の水晶体上皮細胞が損傷を受けて発生する白内障は、早期影響に分類される。

B 白内障の潜伏期は、被ばく線量が多いほど短い傾向にある。

C 晩発影響である白血病の潜伏期は、その他のがんに比べて一般に短い。

D 放射線による皮膚障害のうち、脱毛は、潜伏期が1～3か月程度で、晩発影響に分類される。

(1) A, B

(2) A, C

○ (3) B, C

(4) B, D

(5) C, D

問20 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が軽減される。
- (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に比例する。
- (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。

(終り)