

受験番号	
------	--

(エックス線の管理に関する知識)

問 1 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 2 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あるときに生じる。

問 3 波高値による管電圧が 150 kV のエックス線管から発生するエックス線の最短波長 (nm) に最も近い値は、次のうちどれか。

- (1) 0.001
- (2) 0.008
- (3) 0.02
- (4) 0.08
- (5) 0.2

問 4 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) 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限界値である 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 5 単一エネルギーの細か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、誤っているものはどれか。

- (1) エネルギー範囲が 10 keV から 1 MeV 程度までのエックス線に対する鉄の半価層の値は、エックス線のエネルギーが高くなるほど大きくなる。
- (2) 半価層の値は、エックス線の線量率が高くなっても変化しない。
- (3) 半価層 h (cm) と減弱係数 μ (cm^{-1}) との間には、 $\mu h = \log_e 2$ の関係がある。
- (4) 軟エックス線の場合は、硬エックス線の場合より、半価層の値が小さい。
- (5) $1/10$ 価層 H (cm) と半価層 h (cm) との間には、 $H = \frac{\log_e 2}{\log_e 10} h$ の関係がある。

問 6 工業用X線装置のX線管及びX線の発生に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 陰極のフィラメントには、融点が高く抵抗の小さいタンゲステンが用いられ、陽極のターゲットには、熱伝導性の良い銅が用いられる。
- (2) 陽極のターゲットはX線管の軸に対して斜めになっており、X線が発生する領域である実焦点より、これをX線束の利用方向から見た実効焦点の方が大きくなるようにしてある。
- (3) X線管の管電流は、陰極から陽極に向かって流れる。
- (4) 陽極のターゲットに衝突する直前の電子の運動エネルギーは、管電圧の2乗に比例する。
- (5) 陰極のフィラメント端子間の電圧は、フィラメント加熱用の降圧変圧器を用いて10～20V程度にされている。

問 7 X線管から発生する連続X線に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 管電圧が一定の場合、管電流を減少させると、連続X線の最短波長は長くなる。
- (2) 管電圧が一定の場合、管電流を増加させても、連続X線の全強度は変わらない。
- (3) 管電圧と管電流が一定の場合、ターゲット元素の原子番号が大きいほど、連続X線の最高強度を示す波長は短くなる。
- (4) 管電圧と管電流が一定の場合、ターゲット元素の原子番号が大きいほど、連続X線の最短波長は短くなる。
- (5) 管電圧と管電流が一定の場合、ターゲット元素の原子番号が大きいほど、連続X線の全強度は大きくなる。

問 8 X線を利用する装置とその原理との組合せとして、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) X線CT装置 回折
- (2) X線応力測定装置 回折
- (3) 蛍光X線分析装置 分光
- (4) X線マイクロアナライザー 分光
- (5) X線単結晶方位測定装置 回折

問 9 X線の遮へい及び散乱線の低減方法等に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) ろ過板として、管電圧120～300kVのX線装置にはアルミニウムが用いられるが、管電圧120kV以下のX線装置には銅が用いられる。
- (2) 絞りは、X線束の広がりを制限し、X線を必要な部分にだけ照射するために用いる。
- (3) 遮へい体としては、原子番号が大きく、密度の高い物質を用いるのがよい。
- (4) 鉛板、鋼板、コンクリートのうち、同一の厚さでの遮へい効果は、鉛板が最も大きい。
- (5) 照射筒は、放射口に取り付けるラッパ状の遮へい体で、X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。

問 10 X線装置を使用する事業場において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、誤っているものはどれか。

- (1) 位置により線量率の変化が大きいと予測される場合には、測定点を密にとる。
- (2) 測定器は、原則として、シンチレーション式サーベイメータを用いることとし、フィルムバッジ等の積算型放射線測定器は用いてはならない。
- (3) あらかじめバックグラウンド値を調査しておき、これを測定値から差し引いた値を測定結果とする。
- (4) 測定は、あらかじめ計算により求めた1cm線量当量又は1cm線量当量率の低い箇所から逐次高い箇所へと行っていく。
- (5) 測定中は、必ず放射線測定器を装着し、保護衣等必要な保護具を使用する。

(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、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 月間につき 3 mSv を超えるおそれのある区域とする。
- (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) 管理区域内でエックス線装置を固定して使用する場合で、使用の方法及び遮へい物の位置が一定しているときは、6 月以内ごとに 1 回、定期に、外部放射線による線量当量率又は線量当量に係る作業環境測定を行わなければならない。

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作業環境測定に関する次の記述のうち、法令上、正しいものはどれか。

- (1) 測定は、1 cm 線量当量率若しくは 1 cm 線量当量、及び 70 μm 線量当量率若しくは 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、計算によって算出することはできない。
- (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) 測定結果等の記録は、5 年間保存しなければならない。
- (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 1 3 次の A から D までの事項について、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すべての組合せは (1) ~ (5) のうちどれか。

- A 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。
- B 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。
- C 管理区域に該当する部分について、作業環境測定を行うこと。
- D 外部放射線を測定するための放射線測定器について、1 年以内ごとに校正すること。

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

問 1 4 エックス線装置を取り扱う次の A から E まで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、放射線測定器の装着部位が、法令上、胸部及び腹・大腿部の計 2 箇所^たいよのもの^{けい}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胸部であり、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^{けい}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腹・大腿部であり、次に多い部位が胸・上腕部である女性
- E 最も多く放射線にさらされるおそれのある部位が胸・上腕部であり、次に多い部位が手指である女性

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

問 1 5 管理区域内におけるエックス線の外部被ばくによる線量の測定結果の確認、記録等に関する次の記述のうち、法令上、誤っているものはどれか。

- (1) 1 日における外部被ばくによる線量が 1 cm 線量当量について 1 mSv を超えるおそれのある労働者については、外部被ばくによる線量の測定の結果を毎日確認しなければならない。
- (2) 5 年間に於いて、実効線量が 1 年間に於き 2 0 mSv 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、3 月ごと、1 年ごと及び 5 年ごとの合計を算定し、記録しなければならない。
- (3) 1 月間に受ける実効線量が 1 . 7 mSv 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 月ごと、3 月ごと及び 1 年ごとの合計を算定し、記録しなければならない。
- (4) 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、6 月ごと及び 1 年ごとの合計を算定し、記録しなければならない。
- (5) 妊娠中の女性の放射線業務従事者の腹部表面に受ける等価線量については、1 月ごと及び妊娠中の合計を算定し、記録しなければならない。

問 1 6 被ばく線量が次のとおりである放射線業務従事者のうち、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 3 0 mSv である男性の放射線業務従事者
- (2) 直近の 1 年間に受けた実効線量は 1 0 mSv であるが、5 年間では 9 0 mSv である男性の放射線業務従事者
- (3) 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 4 0 0 mSv である男性の放射線業務従事者
- (4) 緊急作業に従事した 1 日間に受けた実効線量が 6 0 mSv である男性の放射線業務従事者
- (5) 3 月間に受けた実効線量が 3 mSv で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及び妊娠中のものを除く。)

問 1 7 電離放射線障害防止規則に基づき、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、法令に違反しているものは次のうちどれか。

- (1) 定期の健康診断において、医師が必要でないと認められた労働者に対し、「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」を除く他の検査項目の全部又は一部について省略している。
- (2) 定期の健康診断において、その実施日の前 6 月間に受けた実効線量が 5 mSv を超えず、かつ、その後 6 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ては、「被ばく歴の有無の調査及びその評価」を除く他のすべての検査項目について省略している。
- (3) 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、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 月以内に、医師の意見を聴いている。
- (4) 定期の健康診断を行ったときに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へ遅滞なく提出しているが、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 0 年間保存している。

問 1 8 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 19 外部放射線の防護に関する措置について、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) 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) エックス線装置を設置した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を、1 週間につき 1 mSv 以下にするよう管理しており、平均して 0.2 ~ 0.3 mSv になっている。
- (3) 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。
- (4) 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について、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。
- (5) 管電圧 130 kV 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。

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、法令に違反しているものは次のうちどれか。

- (1) 衛生管理者を 1 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) 安全衛生推進者を選任していない。
- (4) 選任している産業医は、事業場に専属の者ではない。
- (5) 安全委員会と衛生委員会の設置に代えて、安全衛生委員会を設置している。

(午前終了)

(エックス線の測定に関する知識)

問 1 電離箱式サーベイメータを用い、積算線量当量のレンジ(フルスケールは $10 \mu\text{Sv}$)を使用して、ある場所で、実効エネルギーが 180 keV のエックス線を測定したところ、フルスケールまで指針が振れるのに 1 分 20 秒かった。

この場所における 1 cm 線量当量率に最も近い値は次のうちどれか。

ただし、測定に用いたサーベイメータの校正定数は、エックス線のエネルギーが 120 keV のときには 0.85 、 250 keV のときには 0.98 であり、このエネルギー範囲では校正定数は直線的に変化するものとする。

- (1) $270 \mu\text{Sv/h}$
- (2) $330 \mu\text{Sv/h}$
- (3) $410 \mu\text{Sv/h}$
- (4) $450 \mu\text{Sv/h}$
- (5) $490 \mu\text{Sv/h}$

問 2 放射線の量と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) カーマは、電離放射線が物質中を通過する際、その飛跡に沿った単位長さあたりに付与されたエネルギーであり、単位は J/m である。
- (2) 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 J/kg で、その特別な名称として Gy が用いられる。
- (3) 照射線量は、エックス線などの光子の照射により、単位質量の空气中で発生したすべての電子が空气中で完全に停止するまでに作るイオンの正又は負のどちらか一方の全電荷の絶対値であり、単位は C/kg である。
- (4) 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荷重係数を乗じたもので、単位は J/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使用され、 1 eV は約 $1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ に相当する。

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 までの記述について、正しいもののすべての組合せは(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 $70 \mu\text{m}$ 線量当量を加算した値とする。
- 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 $70 \mu\text{m}$ 線量当量のうちいずれか適切なものにより算定する。
- D 妊娠中の女性の腹部表面の等価線量は、腹・大^{たい}腿部における 1 cm 線量当量により算定する。

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

問 4 放射線の測定等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) 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) GM 計数管の特性曲線において、印加電圧を上げても計数率がほとんど変わらない平坦な部分をプラトーといい、プラトー領域の印加電圧では、入射エックス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) 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) 計数率計の積分回路の時定数は、計数率計の指示の即応性に関係した定数で、時定数の値を大きくすると、指示値の相対標準偏差は小さくなるが、応答速度は遅くなる。

問 5 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 G値
- (5) フリッケ線量計 値

問 6 次のAからDまでの放射線検出器について、その出力が放射線のエネルギーの情報を含むもののすべての組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 比例計数管
- B GM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, C
- (3) B, D
- (4) A, C, D
- (5) B, C, D

問 7 エックス線の測定に用いるサーベイメータに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 電離箱式サーベイメータは、取扱いが容易で、測定可能な線量の範囲が広いが、他のサーベイメータに比べ方向依存性が大きく、また、バックグラウンド値が大きい。
- (2) 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、施設周辺の微弱な漏えい線の有無を調べるのに適している。
- (3) GM計数管式サーベイメータは、方向依存性が小さく、線量率は500 mSv/h程度まで効率良く測定できる。
- (4) GM計数管式サーベイメータは、他のサーベイメータに比べエネルギー依存性は小さいが、湿度の影響を受けやすく、機械的な安定性が十分でない。
- (5) 半導体式サーベイメータは、エネルギー依存性が小さく、30 keV以下の低エネルギーのエックス線の測定に適している。

問 8 あるサーベイメータを用いて放射線を測定し、60秒間の測定値から950 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。

- (1) 0.5
- (2) 2
- (3) 4
- (4) 15
- (5) 31

問 9 被ばく線量測定に用いる放射線測定器とこれに関係の深い事項との組合せとして、誤っているものは次のうちどれか。

- (1) フィルムバッジ 潜像
- (2) 電離箱式PD型ポケット線量計 ... 充電
- (3) 半導体式ポケット線量計 空乏層
- (4) 蛍光ガラス線量計 写真作用
- (5) 電荷蓄積型(DIS)線量計 MOSFET

問 10 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) 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、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る。
- (2) 線量の読み取りのためには、TLD、OSLDの双方とも、専用の読み取り装置が必要である。
- (3) 線量読み取りのための発光は、TLDでは加熱により、OSLDでは緑色レーザー光などの照射により行われる。
- (4) 線量の読み取りは、TLDでは何度でも繰り返す行うことができるが、OSLDでは線量の読み取り後、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は熱によるアニーリング、OSLDは光学的アニーリングにより素子の再使用が可能となる。

(次の科目が免除されている方は、問 1 1 ~ 問 2 0 は解答し
ないで下さい。)

(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 S 期 (DNA 合成期) 後期の細胞は、M 期 (分裂期) の細胞より放射線感受性が低い。
- (2) 細胞分裂の周期の G₁ 期 (DNA 合成準備期) 後期の細胞は、G₂ 期 (分裂準備期) 初期の細胞より放射線感受性が低い。
- (3) 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。
- (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) 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 次の A から C までの人体の組織・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 1 3 放射線被ばくによる白内障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。
- (2) 白内障の重篤度は、被ばく線量に依存する。
- (3) 白内障の潜伏期は、2 ~ 4 週間程度である。
- (4) 白内障の発生のしきい線量は、約 1 Gy であり、急性被ばくでも慢性被ばくでも変わらない。
- (5) 被ばくによる白内障と老人性白内障は、症状により容易に区別することができる。

問 1 4 放射線の線量とその生体に与える影響との関係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、被ばく線量が増加すると、障害の重篤度が大きくなる。
- (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、指数関数で示される。
- (3) 確率的影響の発生確率は、実効線量により評価される。
- (4) 遺伝的影響は、確定的影響に分類される。
- (5) しきい線量は、確率的影響には存在するが、確定的影響には存在しない。

問 1 5 生物学的効果比 (R B E) に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) R B E は、次の式で定義される。

$$R B E = \frac{\text{ある生物学的効果を引き起こすのに必要な基準放射線の吸収線量}}{\text{同一の効果を引き起こすのに必要な対象放射線の吸収線量}}$$

- (2) R B E を求めるときの基準放射線には、⁶⁰Co のベータ線を用いる。
- (3) エックス線は、そのエネルギーの高低にかかわらず、R B E が 1 より小さい。
- (4) R B E の値は、同じ線質の放射線であれば、着目する生物学的効果、線量率などの条件が異なっても変わらない。
- (5) R B E は放射線の線エネルギー付与 (L E T) に依存しており、どのような生物学的効果であっても、1 MeV / μm 付近の L E T 値をもつ放射線の R B E の値が最大である。

問 1 6 胎内被ばくに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 着床前期に被ばくして生き残った胎児には、出生後、精神発達遅滞がみられる。
- (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、胎児期の被ばくである。
- (3) 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。
- (4) 器官形成期の被ばくは、奇形を起こすおそれはないが、出生後、身体的な発育不全が生じるおそれがある。
- (5) 胎内被ばくを受け出生した子供にみられる発育不全は、遺伝的影響である。

問 17 放射線の生物学的効果に関する次の A から D までの記述について、正しいものの組合せは(1)~(5)のうちどれか。

- A 組織荷重係数は、各組織・臓器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り、どの組織・臓器においても 1 より小さい。
- 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 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、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。
- (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するが、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、非相同末端結合は、DNA 切断端どうしを直接再結合する修復であるため誤りなく行われる。

問 19 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い、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 放射線が生体を与える影響は、間接作用によるものより直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のうち不活性化される分子の占める割合が増加することは、間接作用により説明される。

問 20 ヒトが一時に全身にックス線の照射を受けた場合の急性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) LD_{50/60} に相当する線量の被ばくでは、被ばくしたヒトのうち約半数のヒトが、60 日以内に、主に造血器官の障害により死亡する。
- (3) 被ばくしたすべてのヒトが 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。