

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 工業用エックス線装置の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、正しいものはどれか。

(1) エックス線管の内部には、効率的にエックス線を発生させるためにアルゴンなどの不活性ガスが封入されている。

(2) 陽極のターゲットにタングステンが多く用いられる主な理由は、熱伝導率が高く、加工しやすいことである。

○ (3) 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。

(4) 陽極のターゲット上のエックス線が発生する部分を実効焦点といい、これをエックス線束の利用方向から見たものを実焦点という。

(5) 陽極のターゲットに衝突する電子の運動エネルギーがエックス線に変換する効率は、管電圧に比例し、ターゲット元素の原子番号に反比例する。

問 2 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が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、オージェ効果という。

○ (5) 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。

問 3 連続엑스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엑스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엑스線が物体を透過すると、最高強度を示す엑스線のエネルギーは、低い方へ移動する。
- (3) 連続엑스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엑스線は、物体を透過しても、その全強度は変わらない。
- (5) 連続엑스線が物体を透過するとき、透過엑스線の全強度が物体に入射する直前の全強度の2分の1となる物体の厚さを $H_a$ とし、直前の全強度の4分の1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 4 엑스線と物質との相互作用による光電効果に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) 光電効果とは、엑스線光子が軌道電子にエネルギーを与え、電子が原子の外に飛び出し、光子が消滅する現象である。
- (2) 光電効果により、原子の外に飛び出した光電子の運動エネルギーは、入射엑스線光子のエネルギーより小さい。
- (3) 光電効果が起こると、特性엑스線が二次的に発生する。
- (4) 光電効果が発生する確率は、入射엑스線光子のエネルギーが高くなるほど増大する。
- (5) 光電効果が発生する確率は、物質の原子番号が大きくなるほど増大する。

問 5 ある엑クス線装置の엑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 8 mSv/min であった。

この엑クス線装置を用い、厚さ 24 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엑クス線の 1 cm 線量当量率はいずれも 2 mSv/min であった。

厚さ 15 mm の鋼板と厚さ 15 mm のアルミニウム板を重ね合わせ 30 mm とした板に照射した場合、透過後の 1 cm 線量当量率は次のうちどれか。

ただし、엑クス線は細い線束とし、測定点はいずれも엑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) 0.5 mSv/min
- (3) 1.0 mSv/min
- (4) 1.5 mSv/min
- (5) 2.0 mSv/min

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

問 7 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物質の種類によって異なる。
- (4) 再生係数は、物質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高くなるほど大きくなる。

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、、、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   | 管電圧調整器  | 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  | 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 | 管電流調整器  |
| (4) 高電圧発生器   | 管電圧調整器   | 管電流調整器  | 高電圧ケーブル |
| ○ (5) 高電圧発生器 | エックス線制御器 | 高電圧ケーブル | 管電流調整器  |

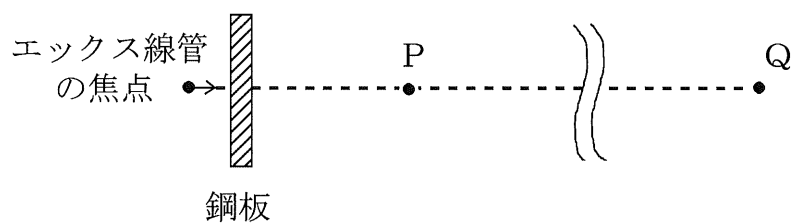
問 9 エックス線の遮へい、散乱線の低減方法などに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- (1) ろ過板として、管電圧120～300 kVのエックス線装置にはアルミニウムが用いられるが、管電圧120 kV以下のエックス線装置には銅が用いられる。
- (2) 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。
- (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、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。

問 1 0 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 2 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 0.3 mSv/h である。

エックス線管の焦点と P 点を結ぶ直線上で、焦点から P 点の方向に 15 m の距離にある Q 点を管理区域の境界の外側になるようようにすることができる 1 週間当たりの撮影可能な写真の枚数として、最大のものは (1)～(5) のうちどれか。

ただし、露出時間は 1 枚の撮影について 100 秒間であり、3 か月は 13 週とする。



- (1) 290 枚／週
- (2) 375 枚／週
- (3) 430 枚／週
- (4) 530 枚／週
- (5) 675 枚／週

〔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。
  - (2) 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。
  - (3) 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  $\mu\text{m}$  線量当量によって行うものとする。
  - (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 2 工業用の特定エックス線装置を用いて放射線装置室で透視を行うときに講ずべき措置について述べた次の文中の□内に入れるAからCの数値又は語句の組合せとして、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。

ただし、エックス線の照射中に透視作業従事労働者の身体の一部が当該装置の内部に入るおそれがあるものとする。

「利用線<sup>すい</sup>錐中の受像器を通過したエックス線の空気中の□A□が、エックス線管の焦点から□B□mの距離において、□C□ $\mu\text{Gy/h}$ 以下になるようにすること。」

- |              | A | B | C    |
|--------------|---|---|------|
| (1) 吸収線量     |   | 1 | 30   |
| (2) 空気カーマ率   |   | 5 | 17.4 |
| (3) 吸収線量     |   | 1 | 17.4 |
| ○ (4) 空気カーマ率 |   | 1 | 17.4 |
| (5) 吸収線量     |   | 5 | 30   |



問13 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受ける外部被ばくによる線量の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。

「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である作業を行う場合、男性又は妊娠する可能性がないと診断された女性の放射線業務従事者については頭・頸部<sup>けい</sup>及び胸部に、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。)については□Cに、放射線測定器を装着させて線量の測定を行わなければならない。」

- |       | A    | B    | C           |
|-------|------|------|-------------|
| (1)   | 頭・頸部 | 手指   | 頭・頸部、腹部及び手指 |
| (2)   | 胸部   | 頭・頸部 | 胸部及び腹部      |
| (3)   | 手指   | 頭・頸部 | 胸部及び腹部      |
| (4)   | 胸部   | 頭・頸部 | 胸部、頭・頸部及び腹部 |
| ○ (5) | 頭・頸部 | 手指   | 頭・頸部及び腹部    |

問14 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) | 1か月 | 6か月 | 放射線測定器の種類、型式及び性能  |
| (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)   | 6か月 | 1か月 | エックス線装置の種類及び型式    |
| (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 5 エックス線装置に電力が供給されている場合、労働安全衛生関係法令上、自動警報装置を用いて警報しなければならないものは次のうちどれか。

- (1) 管電圧150 kVの工業用のエックス線装置を放射線装置室以外の屋内で使用する場合
- (2) 管電圧150 kVの医療用のエックス線装置を放射線装置室に設置して使用する場合
- (3) 管電圧250 kVの医療用のエックス線装置を放射線装置室以外の屋内で使用する場合
- (4) 管電圧200 kVの工業用のエックス線装置を放射線装置室に設置して使用する場合
- (5) 管電圧250 kVの工業用のエックス線装置を屋外で使用する場合

問 1 6 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組合せは(1)～(5)のうちどれか。

- A 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に対し、特別の教育を行うこと。
- 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 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 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 外部被ばく線量を測定するための放射線測定器が法令の規定に適合して装着されているかどうかについて点検すること。

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

問 1 7 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 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が、その事故によって受ける実効線量が15 mSv を超えるおそれのある区域は生じていない場合
- 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, D

(3) A, C, D

(4) B, C

○ (5) C, D

問 1 8 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に取り付ける照射筒又はしぼりについて、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に取り付ける照射筒又はしぼりは、照射筒壁又はしぼりを透過したエックス線の空気カーマ率が、エックス線管の焦点から□ A □の距離において、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19 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) 衛生管理者のうち少なくとも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、単位として 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、単位として 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、単位として 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 $1.6 \times 10^{-19}$  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、その傾斜が大きいプラトー特性のGM計数管は、一般に性能が優れている。
  - (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 熱ルミネセンス線量計(TLD)と蛍光ガラス線量計(RPLD)とを比較した次の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 TLDの方が、RPLDより素子間の感度のばらつきが少なく、フェーディングも小さい。
- B 線量を読み取るための発光は、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、RPLDでは繰り返し行うことができるが、TLDでは線量を読み取ることによって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 TLDの素子は1回しか使用することができないが、RPLDの素子は、使用後加熱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

問 4 積分回路の時定数  $T$  秒のサーベイメータを用いて、線量を測定し、計数率  $n$  (cps)を得たとき、計数率の標準偏差  $\sigma$  (cps)は

$$\sigma = \sqrt{\frac{n}{2T}}$$

で示される。

あるサーベイメータを用いて、時定数を2.5秒に設定し、エックス線を測定したところ、指示値は500(cps)を示した。

このとき、計数率の相対標準偏差に最も近い値は次のうちどれか。

(1) 1%

○ (2) 2%

(3) 3%

(4) 5%

(5) 10%

問 5 放射線の測定の用語に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- (1) 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  $\epsilon$  値といい、シリコン結晶の場合は、約 3.6 eV である。
- (2) GM計数管の動作特性曲線において、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。
- (3) 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、気体の種類にあまり依存せず、放射線のエネルギーに応じてほぼ一定の値をとる。
- (4) 線量率計の積分回路の時定数は、線量率計の指示の即応性に関係した定数で、時定数の値を小さくすると、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。
- (5) 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。

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、気体(ガス)増幅が生じ、検出器として利用されているものの組合せは(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 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、不適切なものはどれか。

(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  $\text{mSv/h}$  程度の高線量率のエックス線 …………… 電離箱式サーベイメータ

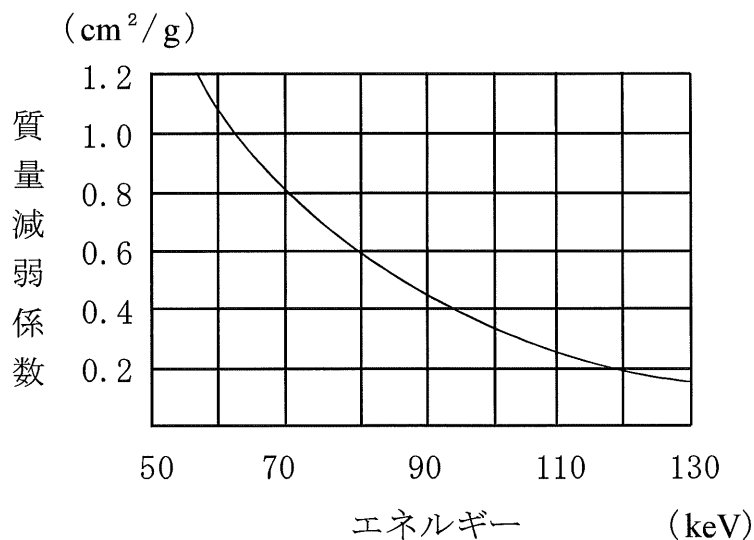
(4) 湿度の高い場所における100  $\mu\text{Sv/h}$  程度のエックス線

…………… 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 8 あるエックス線について、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2.0 mmであった。このエックス線のエネルギー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、 $\log_e 2 = 0.693$ とする。また、この鉄板の密度は $7.8 \text{ g/cm}^3$ とする。



(1) 60 keV

(2) 70 keV

(3) 80 keV

○ (4) 90 keV

(5) 110 keV

問 9 個人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、数種類のフィルタを通したフィルムの濃度の変化から、放射線の実効エネルギーを推定することができる。
- (2) 光刺激ルミネセンス(O S L)線量計は、銀活性リン酸塩ガラスを素子とし、放射線により生成された蛍光中心に紫外線を当て、発生する蛍光を測定する線量計である。
- (3) 電離箱式P D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。
- (4) 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、検出器としてP N接合型シリコン半導体がいわれている。
- (5) 電荷蓄積式(D I S)線量計は、電荷を蓄積する不揮発性メモリ素子(M O S F E T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を用いて行う。

問 1 0 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) シンチレータとして用いられるヨウ化ナトリウム結晶は、微量のタリウムを含有させて活性化されている。
- (2) シンチレータにエックス線が入射すると、可視領域の減衰時間の短い光が放射される。
- (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は、入射エックス線の線量率に比例する。
- (5) 光電子増倍管の増倍率は、印加電圧に依存するので、光電子増倍管に印加する高圧電源は安定化する必要がある。

次の科目が免除されている者は、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) 皮膚の基底細胞層は、角質層より感受性が高い。
- (2) 小腸の腺窩細胞(クリプト細胞)は、絨毛先端部の細胞より感受性が高い。
- (3) リンパ球は、骨髄中だけでなく、末梢血液中においても感受性が高い。
- (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) 神経組織から成る脳の放射線感受性は、成人では低いが、胎児では高い時期がある。

問12 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13 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14 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、誤っているものはどれか。

(1) 確率的影響では、被ばくした集団中の影響の発生確率は、被ばく線量の増加とともに増加する。

(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) 確定的影響の発生確率は、実効線量により評価される。

(5) しきい線量は、確定的影響には存在するが、確率的影響には存在しないと考えられている。

問 1 5 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) 白内障発生のしきい線量は、急性被ばくでも慢性被ばくでも変わらない。
- (3) 白内障は、早期影響に分類される。
- (4) 白内障の重篤度は、被ばく線量には依存しない。
- (5) 白内障の潜伏期間は、被ばく線量が多いほど短い傾向がある。

問 1 6 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は、基準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である。
- B 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。
- 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/ $\mu\text{m}$  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17 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、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18 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 組織加重係数は、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基をもつ化合物が存在すると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。

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、<sup>はい</sup>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) 器官形成期の被ばくでは、奇形が発生することがある。
- (3) 胎児期の被ばくでは、出生後、精神発達遅滞がみられることがある。
- (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)