

実 務

第2種放射線取扱主任者としての実務に関する次に掲げる課目

- イ 放射性同位元素（密封されたものに限る。）の取扱い及び使用施設等（密封された放射性同位元素を取り扱うものに限る。）の安全管理に関する課目
- ロ 放射線の量の測定に関する課目
- ハ 放射性同位元素（密封されたものに限る。）又は放射性汚染物の取扱いに係る事故が発生した場合の対応に関する課目

試験が始まる前に、このページの記載事項をよく読んでください。裏面以降の試験問題は、指示があるまで見てはいけません。

1 試験時間：13:00～14:15（1時間15分）

2 問題数：

五肢択一式 10問（20点）、多肢択一式 2問（40点）（60点満点）（12ページ）

3 注意事項：

- ① 机の上に出してよいものは、受験票、鉛筆又はシャープペンシル、鉛筆削り、消しゴム、時計（計算機能・通信機能・辞書機能等の付いた時計は不可）に限りです。
- ② 計算機（電卓）、定規及び下敷きの使用は認めません。
- ③ 不正行為等を防止するため、携帯電話等の通信機器は、必ず、電源を切ってカバン等の中に入れてください。また、アラーム機能の付いた時計は、設定を解除しておいてください。
- ④ 問題用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁又は解答用紙の汚れなどに気付いた場合は、手を挙げて試験監督員に知らせてください。なお、試験問題の内容に関する質問にはお答えできません。
- ⑤ 試験終了の合図があったら、ただちに筆記用具を置いてください。
なお、試験監督員が解答用紙を集め終わるまで、席を離れてはいけません。
- ⑥ 問題用紙は持ち帰って結構です。
- ⑦ 不正行為を行った者は、受験資格を失ったものとみなし、すべての課目の解答を無効とし、試験室からの退出を命じます。また、試験終了後に不正行為を行ったことが発覚した場合、試験実施時にさかのぼり受験資格を失ったものとみなし、すべての課目の解答を無効とします。

4 解答用紙（マークシート）の取扱いについて：

- ① 解答用紙を折り曲げたり汚したりしないでください。また、記入欄以外の余白には、何も記入しないでください。
- ② 筆記用具は、鉛筆又はシャープペンシル（HB又はB）を使用してください。また、記入を訂正する場合は、消しゴムできれいに消してください。
- ③ 解答用紙の所定の欄に氏名・受験地・受験番号を忘れずに記入してください。特に、受験番号は受験票と照合して間違えないよう記入してください。
- ④ 解答は、1つの問いに対して、1つだけ選択（マーク）してください。2つ以上選択している場合は、採点されません。

次の問 1 から問 10 について、5 つの選択肢のうち適切な答えを 1 つだけ 選び、また、問 11、問 12 の文章の の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを 1 つだけ 選び、注意事項に従って解答用紙に記入せよ。

問 1 ICRP2007 年勧告における放射線の種類と放射線加重係数に関する次の組合せのうち、正しいものはどれか。

	電子	陽子	α 粒子	重イオン
1	1	2	10	20
2	1	2	20	20
3	1	5	10	20
4	2	5	10	40
5	2	5	20	40

問 2 放射線の遮蔽に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 5 MeV の α 線は 0.3 mm 程度の厚さの紙で遮蔽できる。
B ^{32}P が放出する β^- 線の遮蔽では制動放射線を考慮する必要がある。
C 0.1 MeV の γ 線に対する遮蔽効果は物質の元素組成に依存しない。
D 熱中性子の遮蔽に対しては、 B_2O_3 含有ポリエチレンブロックは有効である。

- 1 ABD のみ 2 AB のみ 3 AC のみ 4 CD のみ 5 BCD のみ

問 3 ある光子に対する鉛の線減弱係数が 0.70 cm^{-1} のとき、この光子の鉛における平均自由行程 [cm] として、最も近い値は次のうちどれか。

- 1 0.35 2 0.48 3 0.70 4 1.0 5 1.4

問4 密封線源の事業所外の輸送に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 密封線源の輸送では、表面汚染密度の測定は不要である。
- B L型輸送物では、車両標識が必要である。
- C L型輸送物を、公共交通機関を利用して運搬する。
- D 輸送物表面における1cm線量当量率を電離箱式サーベイメータで測定する。

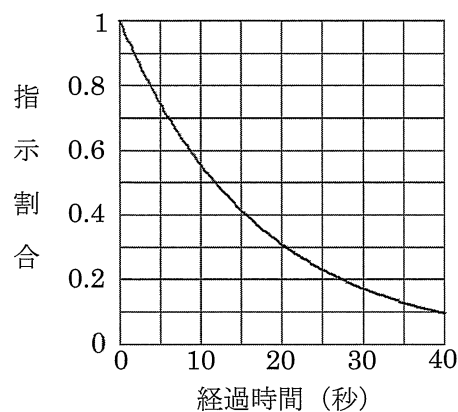
1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問5 密封線源とその線源の使用時に携帯するサーベイメータを構成する検出器との関係として、正しいものの組合せは、次のうちどれか。

- | | | | |
|---|----------------------|---|---------------------|
| A | ^{90}Sr | — | GM管 |
| B | ^{137}Cs | — | 電離箱 |
| C | ^{147}Pm | — | ZnS(Ag)シンチレーション検出器 |
| D | $^{241}\text{Am-Be}$ | — | ^3He 比例計数管 |

1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問6 線源と GM 管式サーベイメータの距離を変えずに測定を始めた。時定数に比べて十分長い時間経過した後（この時の値を初期値とする。）、線源を素早く十分遠くに離した場合の指示割合（初期値に対する指示値の割合）の変化を下図に示す。ただし、指示割合は、最終的に 0 になったとする。



このグラフより、この測定器の時定数[秒]として最も近い値は、次のうちどれか。ただし、自然対数の底 e の値は 2.7 とする。

- 1 8 2 11 3 14 4 17 5 20

問7 線量計と検出素子の材質の関係として、正しいものの組合せは、次のうちどれか。

- A 蛍光ガラス線量計 — 銀活性リン酸塩ガラス
 B OSL線量計 — 酸化アルミニウム
 C 熱ルミネセンス線量計 — ポリカーボネート
 D 固体飛跡検出器 — フッ化リチウム

- 1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問8 NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータに関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 放射線によるNaI(Tl)結晶内の発光を電気信号に変換して測定する。
- B β 線の測定に適している。
- C 感度が高く、環境中バックグラウンド測定に用いられる。
- D NaI(Tl)は潮解性がある。

1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACDのみ 4 BCDのみ 5 ABCDすべて

問9 密封線源を線源から 0.50 m の距離で 60 分間取り扱ったところ、 $160 \mu\text{Sv}$ の被ばくがあった。線源からの距離を 1.0 m とし、30 分間で取扱う計画に変更すると、予測される被ばく線量 $[\mu\text{Sv}]$ として最も近い値は、次のうちどれか。ただし、散乱線の影響はないものとする。

1 5 2 10 3 20 4 40 5 160

問10 照射装置からの線源の脱落によって、放射線業務従事者が線量限度を超えるおそれのある外部被ばくをした場合の措置に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 必要な措置を行う者以外の照射室への立入りを禁止する措置をとる。
- B 周囲に事故の発生を知らせる。
- C 事故が発生したことを、直ちに原子力規制委員会へ報告する。
- D 線量限度を超えるおそれのある被ばくをした放射線業務従事者に対し、遅滞なく健康診断を受けさせる。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問11 密封線源の非破壊検査への利用に関する次のⅠ～Ⅲの文章の□の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを1つだけ選べ。

Ⅰ 原子力発電所やプラントでの非破壊検査において透過能力が X 線では不足する対象物に対して、□ A □や ^{60}Co 等の放射性同位元素が利用されている。□ A □は半減期 73.8 日で約 95%が□ B □壊変し、約 5%が□ C □壊変する放射性核種であり、壊変過程で主に 296～468 keV の□ D □線を複数本放出する。 ^{60}Co は、半減期 5.27 年で□ B □壊変する放射性核種である。 ^{60}Co からは、□ B □線の放出に引き続き、□ E □の励起状態から□ ア □ MeV の 2 本の□ D □線が、壊変当たりそれぞれおおよそ 100%の割合で放出される。

< A～E の解答群 >

- | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1 $^{191\text{m}}\text{Ir}$ | 2 ^{192}Ir | 3 ^{193}Ir | 4 $^{193\text{m}}\text{Ir}$ | 5 ^{194}Ir |
| 6 α | 7 β^- | 8 β^+ | 9 γ | 10 EC |
| 11 IT | 12 ^{60}Cu | 13 ^{60}Fe | 14 ^{60}Ni | 15 ^{60}Zn |

< ア の解答群 >

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| 1 0.32及び0.48 | 2 0.61及び0.79 | 3 1.17及び1.33 |
| 4 1.37及び1.63 | 5 1.66及び1.83 | |

Ⅱ ある事業所では、370 GBq の 線源を用いた非破壊検査装置 1 台を所有している。この事業所では、放射能が初期値の約 60% に減衰したら線源を交換するため、約 日ごとに交換することとなる。なお、 $\ln 2$ 、 $\ln 3$ 、 $\ln 5$ をそれぞれ 0.69、1.1、1.6 とする。

この事業所では、事業所外のプラント等で非破壊検査を行っている。使用の場所の一時的変更は、、 に届け出なければならない。1 日当たりの作業時間、検査対象物の状況等を考慮し、最大撮影枚数（照射回数）を見積もり、その状況で 3 月間業務を実施した場合の実効線量が mSv を超えるおそれがある範囲を として設定する。この は標識によって明示するとともに、プラント内のほかの作業者に周知徹底し、不用意に関係者以外の作業者が立ち入らないように管理を行う。 の空間線量率のモニタリングには 式サーベイメータを使用する。 式サーベイメータは、放射線と との相互作用で生じた を測定することで放射線を計測する。検出器壁材にプラスチックなど と等価な材質を用いることで、広いエネルギー範囲にわたってエネルギー依存性が小さい特性を有する。このため、 式サーベイメータは、非破壊検査の作業場のように、 線の線量寄与が問題となり得る場所のモニタリングに適している。

<イ、ウの解答群>

- | | | | | | | | | | |
|---|----|---|-----|---|----|---|----|----|----|
| 1 | 1 | 2 | 1.3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 10 |
| 6 | 25 | 7 | 32 | 8 | 44 | 9 | 53 | 10 | 60 |

<F、Gの解答群>

- | | | | | | |
|----|-------------|---|-----------|---|-----------|
| 1 | あらかじめ | 2 | 使用開始後速やかに | 3 | 使用開始後遅滞なく |
| 4 | 使用開始後10日以内に | 5 | 国土交通大臣 | 6 | 国家公安委員会 |
| 7 | 労働基準監督署 | 8 | 原子力規制委員会 | 9 | 環境大臣 |
| 10 | 文部科学大臣 | | | | |

<Hの解答群>

- | | | | | | | | |
|---|------|---|--------|---|------|---|------|
| 1 | 監視区域 | 2 | 立入禁止区域 | 3 | 管理区域 | 4 | 制限区域 |
| 5 | 注視区域 | | | | | | |

<I～Kの解答群>

- | | | | | | | | |
|----|---------------------|----|------------------|----|------|----|--------|
| 1 | ^3He 比例計数管 | 2 | NaI(Tl) シンチレーション | | | | |
| 3 | ZnS(Ag) シンチレーション | 4 | GM管 | 5 | 電離箱 | | |
| 6 | PR ガス | 7 | Qガス | 8 | 空気 | 9 | プロパンガス |
| 10 | 電気放電 | 11 | 電子なだれ | 12 | 電気抵抗 | 13 | 電離電流 |

<Lの解答群>

- | | | | | | | | |
|---|------|---|------|---|----|---|------|
| 1 | 制動放射 | 2 | 特性 X | 3 | 散乱 | 4 | 消滅放射 |
|---|------|---|------|---|----|---|------|

Ⅲ この事業所では、放射線業務従事者の外部被ばくによる線量を測定するために蛍光ガラス線量計を用いている。蛍光ガラス線量計は、放射線照射された検出素子を で刺激することにより生じる を利用して線量を評価する 検出器である。ただし、蛍光ガラス線量計はリアルタイムでの線量読み取りはできない。異常発生時での作業計画を超えた被ばくを防止するため、直読ができるアラーム付個人線量計を必ず併用する。

実効線量に対応した線量計による測定量は、 線量当量であり、体幹部に個人線量計を着用する。皮膚の等価線量は、 線源からの 線については、 線量当量を測定することで 線量当量の代替値とする管理が可能である。末端部（手部など）が体幹部より多く放射線を受けるおそれがある場合は、末端部にも個人線量計を着用する。末端部において測定すべき量は、 線量当量である。

<M～Oの解答群>

- | | | |
|-------|--------|----------------|
| 1 熱 | 2 可視光 | 3 赤外線 |
| 4 紫外線 | 5 輝尽発光 | 6 ラジオフォトルミネセンス |
| 7 能動型 | 8 受動型 | 9 電子式 |

<P、Qの解答群>

- | | | |
|-------|-------|--------|
| 1 1cm | 2 3mm | 3 70μm |
|-------|-------|--------|

問12 次のⅠ及びⅡの文章の□の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを1つだけ選べ。

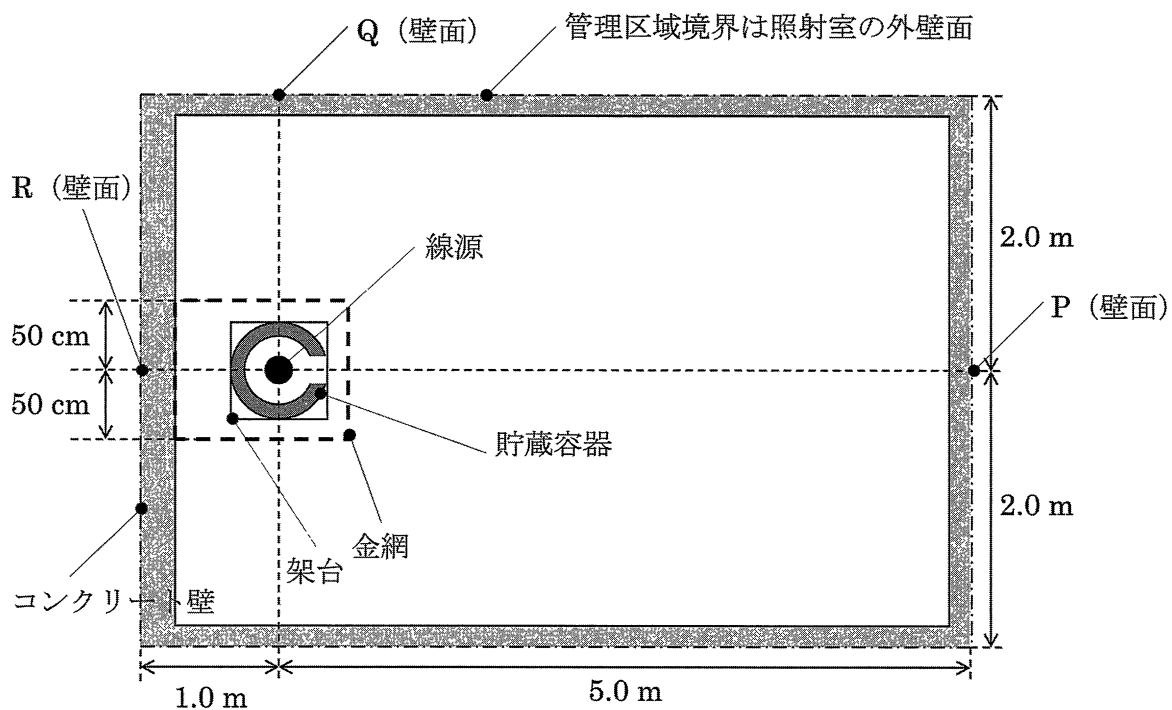
Ⅰ ある校正事業者では、下図に示す放射線施設内の照射室において、新たに ^{241}Am (100 GBq)の使用を開始する。使用の許可を受けるため、線量評価を行う。

線源は、照射装置に装備されている。照射装置は架台、円筒形の貯蔵容器、金網から構成され、線源は床から高さ 1.5 m の位置に収納される。使用時は、遠隔操作によってシャッターを開放して照射する。貯蔵容器の天面、底面及び側面並びにシャッターは、厚さ 5.0 mm の鉄である。作業者が貯蔵容器に接近できないよう、金網で覆われている。金網は遮蔽に寄与しない。

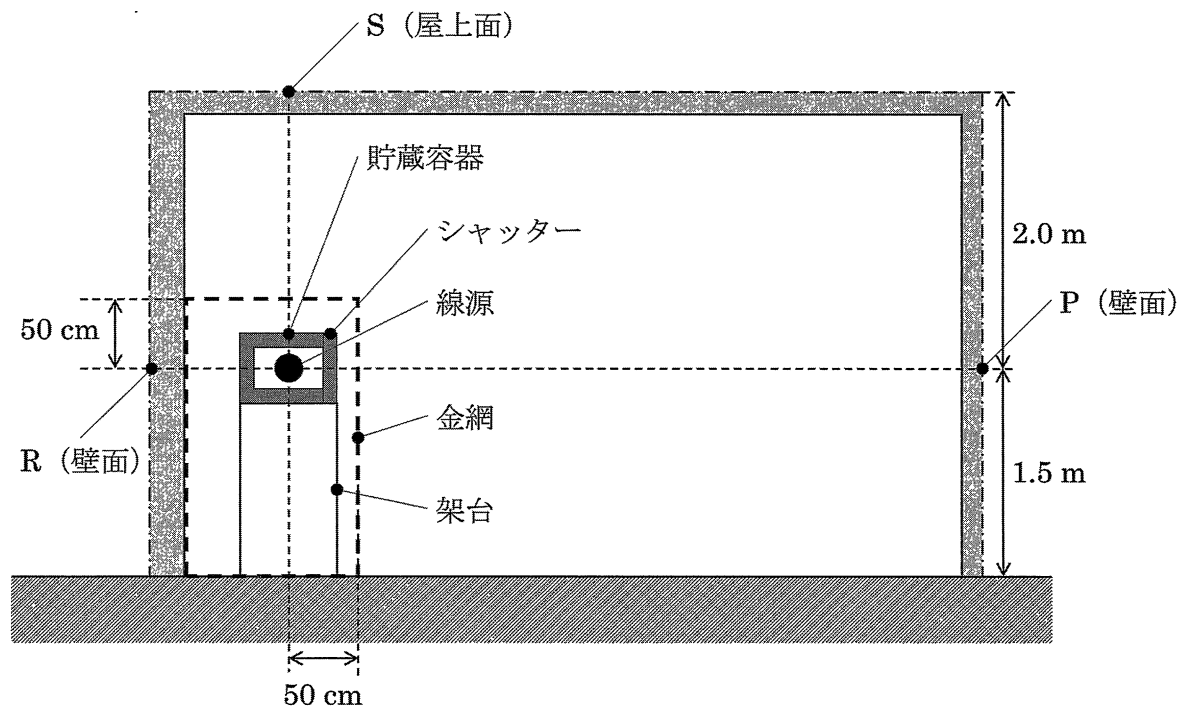
照射室は、地上 1 階建て（高さ 3.5 m）である。照射室の壁及び天井はコンクリート製であり、照射装置に近い壁のみ厚さ 20 cm、それ以外の壁及び天井は厚さ 10 cm である。管理区域の境界は、壁及び天井の外側面である。地下に人が立ち入ることのできる空間はないため、地下方向は検討しない。保管時は、線源は貯蔵容器の中央に位置するものとする。

線源を使用しないときは、常に貯蔵容器のシャッターは閉鎖されているものとする。作業者が線源に最も近づくのは金網表面であり、線源の中心から金網表面までの距離は 50 cm とする。評価時間は、人が常時立ち入る場所については 1 週間につき 40 時間、管理区域境界については 3 月間につき 500 時間とする。本評価において、散乱線及びスカイシャインの影響は無視できるものとする。次の表に示す条件を用いて評価する。

線源	実効線量率定数	実効線量透過率		
	$[\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}]$	鉄 (厚さ 5.0 mm)	コンクリート (厚さ 10 cm)	コンクリート (厚さ 20 cm)
^{241}Am	5.8×10^{-3}	8.6×10^{-3}	1.3×10^{-2}	1.1×10^{-4}



照射室の平面図（貯蔵容器のシャッターを開放した状態）



照射室の立面図（貯蔵容器のシャッターを閉鎖した状態）

はじめに、人が常時立ち入る場所における実効線量を評価する。照射中は、照射室内に人が立ち入らないため、使用時に作業者の1時間当たりの実効線量が高くなる可能性がある場所は、照射室側面の点 P、点 Q 及び点 R 並びに屋上の点 S である。ただし、点 Q と点 S は線源からの

距離及び遮蔽の条件が同一のため、点 S の計算は省略する。点 P は、 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 、点 Q は $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 、点 R は $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ である。保管時に作業者が線源に最も接近する条件は、金網表面であるため、作業者の 1 時間当たりの実効線量は $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ である。したがって、人が常時立ち入る場所における実効線量が最も高くなるのは、線源を保管した状態で、管理区域内において、1 週間当たり 40 時間作業したときで、 μSv である。これは、法令で定める人が常時立ち入る場所における実効線量の線量限度である 1 週間につき mSv を超えない。

次に、管理区域境界における実効線量を評価する。先ほどの人が常時立ち入る場所における検討を基に、線源の使用時間を 500 時間として評価すると、3 月間の管理区域境界における実効線量は、点 P において μSv となる。これは、法令で定める管理区域の設定に係る実効線量である 3 月間につき mSv を超えない。事業所境界までは十分な距離があるため、法令で定める事業所の境界に係る実効線量の線量限度である 3 月間につき μSv を超えない。

この照射室で取り扱う密封線源は、法令で定める GBq 以上の数量ではないため、自動表示装置を設置する必要はない。また、法令で定める TBq 以上の数量ではないため、インターロックを設置する必要もない。

<ア～ウの解答群>

- | | | | | | | | | | |
|----|---------------------|----|---------------------|----|---------------------|----|---------------------|----|---------------------|
| 1 | 5.5×10^{-4} | 2 | 2.8×10^{-3} | 3 | 4.8×10^{-3} | 4 | 5.6×10^{-3} | 5 | 6.4×10^{-3} |
| 6 | 1.7×10^{-2} | 7 | 7.5×10^{-2} | 8 | 8.2×10^{-2} | 9 | 8.9×10^{-2} | 10 | 9.6×10^{-2} |
| 11 | 1.6×10^{-1} | 12 | 3.1×10^{-1} | 13 | 2.1×10^0 | 14 | 2.6×10^0 | 15 | 3.1×10^0 |

<エ、オの解答群>

- | | | | | | | | | | |
|---|------------------|---|------------------|---|------------------|---|------------------|----|------------------|
| 1 | 1.3×10^0 | 2 | 1.8×10^0 | 3 | 2.3×10^0 | 4 | 2.8×10^0 | 5 | 3.3×10^0 |
| 6 | 6.4×10^0 | 7 | 2.0×10^1 | 8 | 6.4×10^1 | 9 | 3.2×10^2 | 10 | 8.0×10^2 |

<カの解答群>

- | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|-----|---|---|---|-----|---|-----|
| 1 | 0.1 | 2 | 0.5 | 3 | 1 | 4 | 1.3 | 5 | 3.7 |
|---|-----|---|-----|---|---|---|-----|---|-----|

<キの解答群>

- | | | | | | | | | | |
|---|------------------|---|------------------|---|------------------|---|------------------|---|------------------|
| 1 | 1.6×10^2 | 2 | 2.0×10^2 | 3 | 4.0×10^2 | 4 | 6.0×10^2 | 5 | 8.0×10^2 |
|---|------------------|---|------------------|---|------------------|---|------------------|---|------------------|

<ク、ケの解答群>

- | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|-----|---|-----|---|-------|----|-------|
| 1 | 0.1 | 2 | 0.5 | 3 | 1 | 4 | 1.3 | 5 | 2.5 |
| 6 | 100 | 7 | 250 | 8 | 500 | 9 | 1,000 | 10 | 1,300 |

<コの解答群>

- | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|
| 1 | 100 | 2 | 200 | 3 | 300 | 4 | 370 | 5 | 400 |
|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|

<サの解答群>

- | | | | | | | | | | |
|---|---|---|----|---|-----|---|-------|---|--------|
| 1 | 1 | 2 | 10 | 3 | 100 | 4 | 1,000 | 5 | 10,000 |
|---|---|---|----|---|-----|---|-------|---|--------|

II ある校正事業者は、 γ 線に対する放射線測定器の校正サービスを行っており、低エネルギー領域の試験には ^{241}Am の密封線源を使用している。 ^{241}Am は γ 線を放出する核種であると同時に、A線を放出する核種でもある。火災等の事故により、線源が破損して、密封性が損なわれたおそれがある場合、表面汚染の検出には、B式サーベイメータを使用することができる。このサーベイメータは、検出器と放射線の相互作用で発生したCを光電子増倍管により電気信号へ変換することで放射線を検出する。放射線の量及び放射性同位元素による汚染の状況の測定に用いられるサーベイメータは、法令の規定により、点検及びDを1年ごとに適切に組み合わせて実施しなければならない。

線源の不適切な取扱いにより ^{241}Am 線源が破損し、床に汚染が検出されたとする。床の表面をろ紙でふき取り、そのろ紙を測定するE法により汚染の有無を確認することを考える。表面汚染密度 $A[\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-2}]$ は、以下の式から評価する。

$$A = \frac{n - n_B}{\epsilon_i \times F \times S \times \epsilon_s}$$

ここで n は測定時の総計数率 $[\text{s}^{-1}]$ 、 n_B はバックグラウンド計数率 $[\text{s}^{-1}]$ 、 ϵ_i は線源に対して決められた幾何学的条件で測定したときの測定器の正味計数率 $[\text{s}^{-1}]$ と線源の表面放出率 $[\text{s}^{-1}]$ の比から求められるF、 F は1回のふき取りでふき取られた放射能とふき取る前に存在したG表面汚染の放射能との比から求められるふき取り効率、 S はふき取り面積 $[\text{cm}^2]$ 、 ϵ_s は線源からの表面放出率 $[\text{s}^{-1}]$ と線源の中で放出される単位時間当たりの放射線粒子数 $[\text{s}^{-1}]$ との比であるHである。 S を 100 cm^2 、 ϵ_s を 0.25 、 F を 0.1 として、 ϵ_i が 0.4 の測定器を用いたとき、ろ紙測定時の総計数率は 14 min^{-1} 、バックグラウンド計数率は 2 min^{-1} であった。表面汚染密度はシ $\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$ と評価される。

< A の解答群 >

- | | | | | |
|------|-------|------------|-----------|------------|
| 1 電子 | 2 中性子 | 3 α | 4 β | 5 δ |
|------|-------|------------|-----------|------------|

< B、C の解答群 >

- | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| 1 反跳陽子比例計数管 | 2 ^3He 比例計数管 | 3 BF_3 比例計数管 |
| 4 $\text{ZnS}(\text{Ag})$ シンチレーション | 5 $\text{NaI}(\text{Tl})$ シンチレーション | 6 熱中性子 |
| 7 π 中間子 | 8 蛍光 | 9 暗電流 |
| 10 磁気 | | |

< D の解答群 >

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 1 更新 | 2 確認 | 3 検査 | 4 認証 | 5 校正 |
|------|------|------|------|------|

< E の解答群 >

- | | | | | |
|-------|---------|--------|--------|--------|
| 1 2線源 | 2 ミルキング | 3 比較測定 | 4 直接測定 | 5 間接測定 |
|-------|---------|--------|--------|--------|

< F ～ H の解答群 >

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 線源効率 | 2 発光効率 | 3 校正定数 | 4 機器効率 | 5 反応効率 |
| 6 導電性 | 7 潮解性 | 8 固着性 | 9 遊離性 | 10 浸透性 |

< シ の解答群 >

- | | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
| 1 1.0×10^{-2} | 2 5.0×10^{-2} | 3 2.0×10^{-1} | 4 4.0×10^{-1} | 5 2.0×10^0 |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|

