

令和 5 年度 放射線取扱主任者試験

正誤票

試験日 試験区分	令和5年8月25日 2時限目 (13:00 ~ 14:15) 第1種 第2種
課目	実務
誤記内容	ページ : 7 問題番号 : 問 12 I の 7 行目 (表を除く) (誤) ...この値を <input type="text" value="ウ"/> h 以下に減ずる... (正) ...この値を <input type="text" value="ウ"/> h <u>を最大として、それ以下</u> に減ずる...

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）（10 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（HB 又は B）、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）に限ります。
- 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しまってください。
- 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、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 国際放射線防護委員会 (ICRP) が勧告する線量限度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 職業被ばくと公衆被ばくで値が異なる。
- B 小児と成人で値が異なる。
- C 医療被ばくには適用されない。
- D 計画被ばく状況、緊急時被ばく状況、現存被ばく状況のいずれにも適用される。

1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問 2 A～Cの核種について、1 cm線量当量率定数の大きい方から順に並んでいるものは、次のうちどれか。

A ^{60}Co

B ^{192}Ir

C ^{241}Am

1 A > B > C

2 A > C > B

3 B > C > A

4 B > A > C

5 C > B > A

問 3 ^{60}Co 密封線源の放射能が100 MBqのとき、この線源から0.50 m離れた位置の γ 線フルエンス率 [$\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$]として、最も近い値は次のうちどれか。ただし、線源自身及び空気による γ 線の吸収・散乱は無視し得るものとする。

1 6.4×10^7 2 1.3×10^8 3 2.5×10^8 4 4.9×10^8 5 9.8×10^8

問4 事業所の境界におけるサーベイメータによる環境放射線モニタリング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 主な目的は、事業所内の従業員を防護することである。
- B 測定値は、降雨の影響を受ける可能性がある。
- C NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータは、この用途に適した機器である。
- D 時定数は、最も小さい値に設定する。

- 1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問5 A～Cのシンチレータを用いたγ線検出器について、エネルギー分解能が高い（良好な）順に並んでいるものは、次のうちどれか。

- A $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ (BGO)
- B LaBr_3 (Ce)
- C NaI(Tl)

- 1 A > B > C
2 A > C > B
3 C > B > A
4 B > A > C
5 B > C > A

問6 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 光電子増倍管を使用する。
- B エネルギー補償回路を用いることにより、線量応答を改善できる。
- C 冷却して使用する。
- D Tlを添加することにより、シンチレーション効率を高めている。

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

問7 個人線量計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 固体飛跡検出器では、エッチング処理に、 HNO_3 等の酸性溶液が用いられる。
- B TLDでは、線量の読み取りに失敗すると、二度と読み取ることはできない。
- C OSL線量計では、初期化に、加熱処理が行われる。
- D 蛍光ガラス線量計では、線量の読み取りに、紫外線が用いられる。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問8 個人線量計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 胸部と腹部は防護衣の内側に付ける。
- B 頸部は防護衣の外側に付ける。
- C 測定値からバックグラウンドの寄与分を差し引く。
- D 手指に付けた線量計では、 $70\ \mu\text{m}$ 線量当量を測定する。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問9 放射線測定器による測定で計数値が250,000カウントであったとき、計数の真の値が249,500カウントから250,500カウントの範囲に存在する確率[%]に最も近い値は、次のうちどれか。

1 50.0 2 68.3 3 90.0 4 95.0 5 99.7

問10 バックグラウンド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 端窓型GM管式サーベイメータでは、一次宇宙線の入射が主な原因である。
- B 液体シンチレーションカウンタでは、基本的に、2つの光電子増倍管の同時計数を得ることで低減を図っている。
- C Ge検出器による γ 線の全吸収ピークでは、より高いエネルギーの γ 線のコンプトン効果が主な原因である。
- D U、Thの同位体の系列核種及び ^{40}K は、鉄筋コンクリート建屋内の管理区域でのバックグラウンド放射線の原因となる。

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

問 11 放射性同位元素を利用した厚さ測定に関する次の 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 紙やプラスチックやゴム板などの厚さの測定に広く使用されている β 線源のうち、 A は、半減期 2.6 年で β^- 壊変し最大エネルギー 225 keV の β^- 線を放出する。この元素には安定同位体が存在せず、すべての同位体が放射性である。 B は C の放射性核種であり、10.7 年の半減期で β^- 壊変し最大エネルギー 687 keV の β^- 線を放出する。 D は半減期 28.8 年で β^- 壊変し、 E (半減期 64.0 時間) になる。 D は最大エネルギー 546 keV の β^- 線を放出し、 E はおよそその F の最大エネルギーの β^- 線を放出する。 D と E は G に達しているため、 D を収納している容器の材質としては H 物質で β^- 線を遮蔽し、その外側を I 物質で覆うことにより、 J を効果的に遮蔽する。

< A～E の解答群 >

- | | | | | |
|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| 1 ^{14}C | 2 ^{36}Cl | 3 ^{41}Ar | 4 ^{85}Kr | 5 ^{90}Sr |
| 6 ^{90}Y | 7 ^{99}Mo | 8 ^{99}Tc | 9 ^{115}Cd | 10 ^{115}In |
| 11 ^{147}Pm | 12 固体状 | 13 液体状 | 14 気体状 | |

< F～J の解答群 >

- | | | |
|---------------|------------|--------------|
| 1 2倍 | 2 4倍 | 3 8倍 |
| 4 荷電粒子平衡 | 5 永続平衡 | 6 化学平衡 |
| 7 原子番号の大きい | 8 原子番号の小さい | 9 核反応断面積の大きい |
| 10 核反応断面積の小さい | 11 散乱線 | 12 蛍光X線 |
| 13 制動放射線 | 14 消滅放射線 | |

II 銅板やアルミニウム板などの厚さの測定には γ 線の透過量から測定物の厚さを測定するものが広く使われており、 γ 線源として **K** が使われることが多い。 **K** は432.6年と長い半減期の超ウラン元素の1つである。 α 壊変して **L** になる。 α 線のエネルギーは平均 **ア** MeVであり γ 線のエネルギーは **イ** keVである。

測定対象物の厚さを $t[\text{cm}]$ 、測定対象物の線減弱係数を $\mu[\text{cm}^{-1}]$ 、測定対象物がない場合の、 γ 線を検出する位置でのフルエンス率を F_0 とすると、 γ 線が細い線束で入射する場合、同じ位置での透過 γ 線のフルエンス率 F は以下の式で表される。

$$F = F_0 e^{-\mu t}$$

透過 γ 線のフルエンス率 F が F_0 の $1/2$ になるアルミニウムの厚さは **ウ** cm となる。ただし、**K** の γ 線に対するアルミニウムの質量減弱係数を $2.8 \times 10^{-1} \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ 、アルミニウムの密度を $2.7 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、 $\ln 2 = 0.693$ とし、散乱 γ 線の影響は考えないものとする。

< K、Lの解答群 >

- | | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1 ^{233}Pa | 2 ^{237}Np | 3 ^{242}Pu | 4 ^{241}Am | 5 ^{246}Cm |
| 6 ^{252}Cf | | | | |

< ア～ウの解答群 >

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 0.11 | 2 0.24 | 3 0.92 | 4 1.8 | 5 2.7 |
| 6 3.5 | 7 4.9 | 8 5.5 | 9 6.7 | 10 9.8 |
| 11 17 | 12 36 | 13 60 | 14 140 | 15 270 |

Ⅲ が装備されている厚さ計を所有している事業者が使用を廃止するので、これに伴い、装置本体および設置場所の汚染検査をすることとした。汚染検査の方法としては、測定対象物の表面をふき取り、を用いてふき取り試料を測定する測定法が適切である。通常、線源は装置に装備されたままであるが、緊急な処置が必要で、線源を取り外す場合は被ばくだけでなく、破損しやすいので被ばくを起こさないように注意して取り扱う必要がある。取り外した線源の運搬にあたっては容器で遮蔽するのが適切である。

<M、Nの解答群>

- | | | |
|-----------|-----------------------|----------------------|
| 1 固体飛跡検出器 | 2 ^3He 比例計数管 | 3 ZnS(Ag)シンチレーション検出器 |
| 4 電離箱 | 5 間接 | 6 直接 |
| 7 絶対 | 8 相対 | 9 接触 |
| 10 非接触 | | |

<O～Qの解答群>

- | | | |
|----------|---------------|--------|
| 1 全身 | 2 サブマージョン | 3 外部 |
| 4 内部 | 5 慢性 | 6 アクリル |
| 7 アルミニウム | 8 ホウ素含有ポリエチレン | 9 鉛 |

問12 ある事業所で、 ^{137}Cs 密封線源（300 MBq）1個を使用する計画が立てられている。次のI～IV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 使用計画及び線量評価条件を下表に示す。

^{137}Cs の実効線量率定 数 [A]	1日当たりの 使用時間 [h]	1週間当たりの 使用日数 [d]	使用時の線源 からの距離 [m]
7.8×10^{-2}	4.0	2	0.50

この計画では、作業者の1週間当たりの実効線量は、最大□ア μSv と算出される。作業者がこの計画を1年間実施した場合、被ばく線量は、放射線業務従事者に対する実効線量限度である1年間につき□イ mSv を超えることはない。一方、年間被ばく線量が、平成13年4月1日以後の5年ごとに定められている実効線量限度を毎年均等に被ばくした場合の1年あたりの線量を超えないように作業するためには、使用計画の見直しが必要となる。1日当たりの使用時間の変更によって対応する場合には、この値を□ウ h以下に減ずることとなる。

< Aの解答群 >

- 1 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 2 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 3 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Bq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$
 4 $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$

< アの解答群 >

- 1 5.9×10^1 2 2.4×10^2 3 5.9×10^2 4 7.5×10^2 5 8.9×10^2
 6 1.0×10^3

< イの解答群 >

- 1 1 2 1.3 3 5 4 10 5 20
 6 50 7 100

< ウの解答群 >

- 1 1.5 2 1.8 3 2.1 4 2.4 5 2.7
 6 3.0 7 3.3

II 外部被ばくの防護の3原則「時間、距離、遮蔽」には、外部被ばく線量を低減する3つの有効な対策が簡潔に表現されている。前述 I の計画の実施に際し、事前に、必要器具類を準備し実施手順を練習するなどの **B** を行うこと、貯蔵施設と使用場所間の線源の運搬に **C** を用いること、線源の操作に **D** を用いることなどは線量低減に有効である。なお、**E** を着用することは、診断用X線に対して有効であるが¹³⁷Cs密封線源に対しては、線量の低減効果は小さい。

< B の解答群 >

- | | | |
|----------|---------|-----------|
| 1 コールドラン | 2 通報訓練 | 3 ブリーフィング |
| 4 ヒアリング | 5 ホットラン | 6 モニタリング |

< C～E の解答群 >

- | | | |
|-------------|------------|------------|
| 1 カート | 2 グローブボックス | 3 ゴム手袋 |
| 4 トング | 5 半面マスク | 6 フェイスシールド |
| 7 鉛含有放射線防護衣 | 8 防護服 | |

Ⅲ 線源の密封が正常であることを定期的に確認することは重要である。一般的な確認方法を例示する。

- (1) により線源表面の傷、亀裂等の有無を確認する。
- (2) 及びを、スミアろ紙などでふき取り、それを測定器で測定する。
- (3) 可能な場合には、サーベイメータによりを測定する。

^{137}Cs 密封線源の密封性が損なわれ、放射性核種が漏洩した場合、漏洩物質からは ^{137}Cs の 線と子孫核種 の による γ 線が放出される。上記(3)の測定には、線に対して感度の高い式サーベイメータが適している。

< F～Hの解答群 >

- | | |
|-------------|-----------------|
| 1 煮沸法 | 2 衝撃試験 |
| 3 染色探傷法 | 4 目視 |
| 5 作業者の体表面 | 6 線源表面 |
| 7 線源保管容器の内部 | 8 ダストサンプラーの捕集ろ紙 |

< I、Jの解答群 >

- | | | | | |
|------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1 α | 2 β^- | 3 消滅放射 | 4 制動放射 | 5 中性子 |
| 6 特性 X | 7 ^{137}Xe | 8 $^{138\text{m}}\text{Cs}$ | 9 $^{137\text{m}}\text{Ba}$ | 10 ^{137}La |

< K、Lの解答群 >

- | | | |
|-------------------|-------------------|-----------------------|
| 1 核異性体転移 | 2 軌道電子捕獲 | 3 中性子捕獲 |
| 4 内部転換 | 5 端窓型GM管 | 6 ^3He 比例計数管 |
| 7 NaI(Tl)シンチレーション | 8 ZnS(Ag)シンチレーション | 9 電離箱 |

IV この事業所では、 ^{137}Cs 密封線源 (300 MBq) 1 個を、同じ事業所内にある別の建屋の使用施設へ運搬する計画も立てられている。線源を小型のプラスチック製容器に入れ、その容器を立方体の箱に、線源が箱の中央に位置するように収納して運搬物とすることとした。線量率を評価する上で、線源自身、プラスチック製容器、立方体の箱のいずれにも遮蔽能力はないものとみなした。事業所内運搬について、運搬物の線量率に関する技術的基準は次の 2 項目である。

(1) 表面から 1 m 離れた位置における $\boxed{\text{M}}$ 率が $\boxed{\text{エ}}$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ を超えないこと。

(2) 運搬物の表面における $\boxed{\text{M}}$ 率が $2 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ を超えないこと。

このうち、基準 (1) については、表面から 1 m 離れた位置における線量率は $\boxed{\text{オ}}$ $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ と算出されるので、基準は満たされている。ただし、 ^{137}Cs の $\boxed{\text{M}}$ 率定数を $9.3 \times 10^{-2} \boxed{\text{A}}$ とする。基準 (2) については、線源を点と見なすと、立方体の箱の一边を $\boxed{\text{カ}}$ m 以上とすることにより、基準を満たすことができる。基準が満たされていることの測定による確認には、 $\boxed{\text{N}}$ 式サーベイメータが適している。

<Mの解答群>

- 1 1 cm 線量当量 2 空気吸収線量 3 空気カーマ 4 照射線量

<エの解答群>

- 1 20 2 30 3 40 4 50 5 100
6 200 7 500

<オの解答群>

- 1 13 2 28 3 33 4 53 5 58
6 63 7 103 8 108 9 113 10 118

<カの解答群>

- 1 0.18 2 0.21 3 0.24 4 0.27 5 0.38
6 0.41

<N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 電離箱 5 GM管 6 プラスチックシンチレーション