

## 実 務

第1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 放射性同位元素及び放射線発生装置並びに放射性汚染物の取扱い並びに使用施設等及び廃棄物詰替施設等の安全管理に関する課目
- ロ 放射線の量及び放射性同位元素又は放射線発生装置から発生した放射線により生じた放射線を放出する同位元素による汚染の状況の測定に関する課目
- ハ 放射性同位元素等又は放射線発生装置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：13:00～14:40（1時間40分）

2 問題数：多肢択一式 6問（60点満点）（14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。

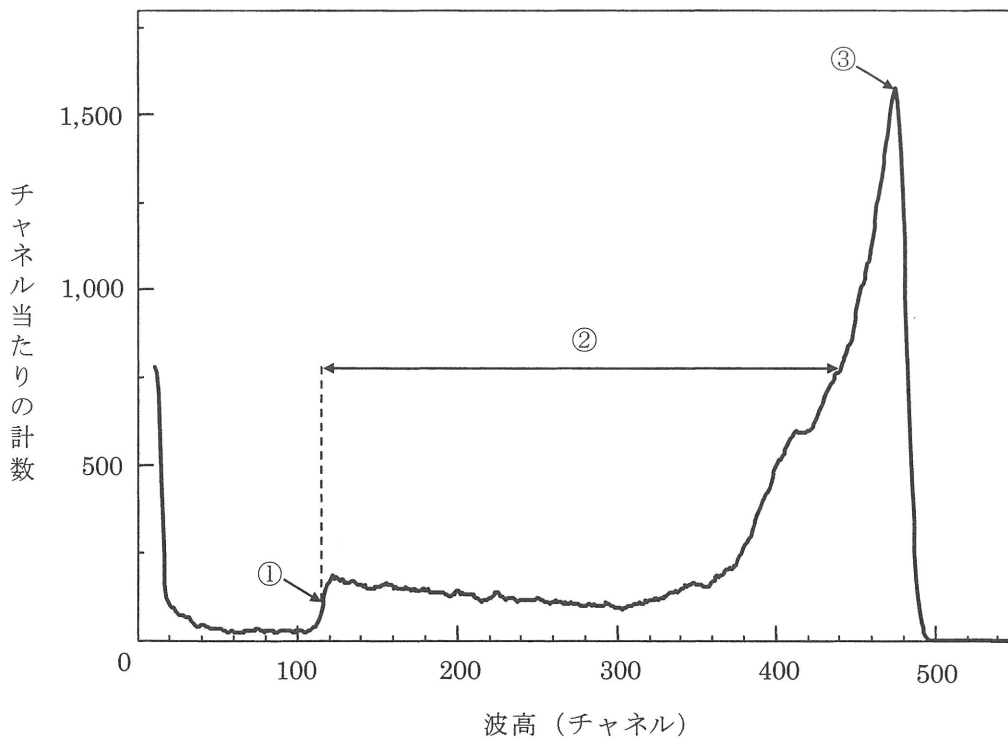
4 解答用紙（マークシート）の取扱いについて：

- 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。

問1 次の文章の□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。

一般的に円筒型比例計数管は、□A□を封入した円筒型金属製チェンバ（陰極）と高電圧を印加する非常に細い金属線（陽極）で構成される。計数管に入射した荷電粒子が□A□の中で電離により電子-イオン対を生成し、□B□が陽極近傍で強く加速されることにより□A□中の原子・分子をさらに電離する。これを□C□と呼び、出力パルス信号の大きさは、□D□。

高速中性子を利用する施設の中性子モニタリングでは、熱中性子に対して大きな反応断面積を有する $^3\text{He}$ を□A□とした円筒型比例計数管とポリエチレンなどの中性子減速材を組合せたモニターを利用することがある。 $^3\text{He}$ は、熱中性子とQ値が約764 keVの(n, p)反応を引き起こし、□E□の原子核と陽子が荷電粒子として放出される。ポリエチレンで減速された熱中性子が計数管に入射すると図に示すようなパルス波高の分布が観測される。図中の③のピークは、荷電粒子の運動エネルギーの総和の□F□%が□A□の中で失われた時の信号に対応し、そのエネルギーは約□ア□ keVに相当する。ピークの低エネルギー側には、荷電粒子が陰極で吸収されてエネルギーを失う□G□により図中②のような連続分布が観測される。陰極の内面近傍で核反応が起こり、陽子が□A□中でエネルギーを失う前に陰極に到着した場合、□E□の原子核の電離作用により生成された電荷のみが信号に寄与することがある。①の端部は、この時の波高に相当し、そのエネルギーは約□イ□ keVとなる。①で示した立ち上がり(100チャンネル)から③のピーク右側(500チャンネル)までの領域にわたって積算した計数は、熱中性子と□A□中の $^3\text{He}$ の(n, p)反応数に対応し、モニタリング対象である中性子強度とこの核反応数の間には相関関係がある。



< A～Cの解答群 >

- |           |            |            |
|-----------|------------|------------|
| 1 前置増幅器   | 2 光電子増倍管   | 3 半導体      |
| 4 計数ガス    | 5 金属製チェンバ  | 6 電子-イオン対  |
| 7 電子      | 8 イオン      | 9 液体シンチレータ |
| 10 ポリエチレン | 11 サム効果    | 12 電子なだれ   |
| 13 光電効果   | 14 コンプトン散乱 | 15 自発核分裂   |

< Dの解答群 >

- 1 入射荷電粒子の数の2乗に反比例する
- 2 初めにできた電子-イオン対の数の2乗に反比例する
- 3 入射荷電粒子の数に反比例する
- 4 初めにできた電子-イオン対の数に反比例する
- 5 入射荷電粒子の数に比例する
- 6 初めにできた電子-イオン対の数に比例する
- 7 入射荷電粒子の数の2乗に比例する
- 8 初めにできた電子-イオン対の数の2乗に比例する

< Eの解答群 >

- |                 |                   |                   |                 |                 |
|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| 1 $^2\text{H}$  | 2 $^3\text{H}$    | 3 $^3\text{He}$   | 4 $^4\text{He}$ | 5 $^6\text{Li}$ |
| 6 $^7\text{Li}$ | 7 $^{10}\text{B}$ | 8 $^{11}\text{B}$ |                 |                 |

< Fの解答群 >

- |        |      |       |       |        |
|--------|------|-------|-------|--------|
| 1 10   | 2 15 | 3 20  | 4 25  | 5 30   |
| 6 50   | 7 75 | 8 100 | 9 150 | 10 200 |
| 11 300 |      |       |       |        |

< ア、イの解答群 >

- |          |          |          |          |           |
|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 1 0.025  | 2 0.4    | 3 153    | 4 191    | 5 255     |
| 6 383    | 7 511    | 8 698    | 9 764    | 10 930    |
| 11 1,400 | 12 2,790 | 13 3,530 | 14 7,050 | 15 14,100 |

< Gの解答群 >

- |           |        |          |          |
|-----------|--------|----------|----------|
| 1 コンプトン効果 | 2 サム効果 | 3 クエンチング | 4 光電効果   |
| 5 壁効果     | 6 弾性散乱 | 7 自発核分裂  | 8 オージェ効果 |

問2 次の文章の□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。

非密封線源取扱い施設の放射線管理に際して、放射性物質による汚染の管理測定が重要である。汚染検査の方法には、汚染が疑われる場所の表面を検出器で直接サーベイする方法（直接法）と、ふき取りろ紙で丁寧に汚染箇所をふき取ったのち、ろ紙の放射能測定を別の場所で行い、表面汚染密度を評価するスミア法（間接法）とがある。なお、直接法では、ふき取りが困難な□Aの汚染も含めて測定が可能であるのに対して、スミア法では□Bの汚染評価しかできない。

直接法の場合、 $\alpha$ 線放出核種による汚染や $^3\text{H}$ などの極低エネルギー $\beta$ 線放出核種による汚染の場合を除いて、多くの場合GM管式サーベイメータを用いて床面や作業台の表面近傍を走査して汚染を見出す。この種の装置は、状況に応じて指針の振れの安定化をはかるために、通常は、回路の□Cが3sから30s程度の範囲で切り替えできる様になっている。急激な計数率変化に対して応答がゼロから最終値の95%まで追従するのに、□Cの3倍の時間を必要とするので、走査をゆっくりと行わないと、汚染部位を見落とすおそれがある。汚染部位を見出した場合、その位置で検出器窓面を検査対象表面にできるだけ近づけた状態（通常5mm）で定置し、ゆっくり時間をかけて指示値を読み取る。なお、この種の装置の目盛りは計数率（cpmなど）で目盛りされていることが多い。例えば、窓面直径5cmのGM管式サーベイメータで $^{32}\text{P}$ の表面汚染を測定する場合、入射窓キャップを取り外した状態で、指示値が600cpm、バックグラウンド計数率が100cpmであったとき、□Dを0.6、□Eを0.4とすれば、汚染放射能の平均表面汚染密度は、□ア $\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$ と評価できる。時定数を10sに設定した場合、指示値の標準偏差は□イcpmと計算できる。なお、□Dは大面積の標準線源を用いて校正ができるが、□Eは汚染核種や汚染された物質の材質や形状によって大きく異なり、これを正確に求めることは容易ではない。普通は、文献に示された実験値やJISなどに示された参考値を準用する。そのほか、GM計数管の分解時間に起因する数え落としや $\gamma$ 線の影響を受けることにも配慮する。

$\alpha$ 線源による汚染を直接測定する場合には、□ウシンチレーション式サーベイメータを、低エネルギー $\beta$ 線による汚染検査には薄窓型ガスフロー計数管式サーベイメータを、低エネルギーの $\gamma$ (X)線を放出する $^{125}\text{I}$ の場合には、薄い□エシンチレータを用いたサーベイメータを用いるのが有効である。

直接法では、バックグラウンドレベルが高く、測定が難しい場合でも、スミア法では、スミアろ紙の測定をバックグラウンドが低い場所で行い得る上に、GM計数管などの検出器を鉛で遮蔽することが可能であり、更にスケアラで長時間の積算計数もできるので、検出感度が高い測定が可能となる。また、液体シンチレーションカウンタでスミアろ紙中の放射能を測定すれば、 $\beta$ 線のエネルギーが極端に低くGM計数管による測定が困難な $^3\text{H}$ の場合にも対応できる。スミア法の問題点は、□Bの放射能汚染の測定に限られることと、□Fの評価が難しいことである。なお、スミア法では、ふき取り面積を $10\times 10\text{cm}^2$ とすることが多く、ろ紙上の放射能測定値を（ふき取り面積 $\times$ □F）で除して、平均の表面汚染密度を評価する。

< A～Fの解答群 >

- |         |          |                |         |
|---------|----------|----------------|---------|
| 1 自己吸収率 | 2 数え落とし  | 3 線源効率         | 4 機器効率  |
| 5 幾何効率  | 6 ふき取り効率 | 7 $\beta$ 線放出率 | 8 後方散乱率 |
| 9 窓面積   | 10 遊離性   | 11 固着性         | 12 遅延時間 |
| 13 微分時間 | 14 時定数   |                |         |

< ア、イの解答群 >

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 0.7 | 2 1.2 | 3 1.8 | 4 2.5 | 5 3.6 |
| 6 5.9 | 7 11  | 8 22  | 9 30  | 10 43 |
| 11 55 | 12 60 |       |       |       |

< ウ、エの解答群 >

- |           |           |          |                             |
|-----------|-----------|----------|-----------------------------|
| 1 NaI(Tl) | 2 ZnS(Ag) | 3 BGO    | 4 $\text{CaF}_2(\text{Eu})$ |
| 5 CdTe    | 6 液体      | 7 プラスチック |                             |

問3 次のⅠ、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 非密封放射性同位元素を使用する施設には、排気設備が設置されている。実験室内の空気中の放射性同位元素が付着したダストや粒子状の物質はプレフィルタと□フィルタにより捕集される。□フィルタは、定格風量で粒径  $0.3\ \mu\text{m}$  の微粒子を 99.97%以上の効率で捕集する。また、放射性ヨウ素を取り扱う施設では□フィルタを排気設備に設置する。

排気設備のフィルタは性能維持のために定期的に交換し、放射能測定の後、ポリエチレンシートで密封して段ボール箱に入れ廃棄物の集荷まで保管する。GM 管式サーベイメータでフィルタを測定すると、フィルタに吸着した空気中の天然ラドンの子孫核種（壊変生成物）の影響でバックグラウンドよりも計数率が高くなることがあることに注意すべきである。天然に存在するラドン同位体には、ウラン系列に属し半減期が□の□と、トリウム系列に属し半減期が 56 秒の□などがある。□の壊変生成物には  $^{214}\text{Pb}$ （半減期 27 分）と  $^{214}\text{Bi}$ （半減期 20 分）が、□の壊変生成物には□（半減期 10.6 時間）と  $^{212}\text{Bi}$ （半減期 61 分）があり、これらがフィルタに吸着していることがある。

< A、B の解答群 >

- |   |       |   |      |   |       |   |      |
|---|-------|---|------|---|-------|---|------|
| 1 | メンブレン | 2 | HEPA | 3 | シリカゲル | 4 | アルミナ |
| 5 | 活性炭   |   |      |   |       |   |      |

< C の解答群 >

- |   |      |   |        |   |         |   |       |
|---|------|---|--------|---|---------|---|-------|
| 1 | 25 秒 | 2 | 1.8 時間 | 3 | 14.6 時間 | 4 | 3.8 日 |
|---|------|---|--------|---|---------|---|-------|

< D、E の解答群 >

- |   |                   |   |                   |   |                   |   |                   |   |                   |
|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|
| 1 | $^{208}\text{Rn}$ | 2 | $^{209}\text{Rn}$ | 3 | $^{210}\text{Rn}$ | 4 | $^{211}\text{Rn}$ | 5 | $^{219}\text{Rn}$ |
| 6 | $^{220}\text{Rn}$ | 7 | $^{222}\text{Rn}$ | 8 | $^{228}\text{Rn}$ |   |                   |   |                   |

< F の解答群 >

- |   |                   |   |                   |   |                   |   |                   |   |                   |
|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|
| 1 | $^{202}\text{Pb}$ | 2 | $^{204}\text{Pb}$ | 3 | $^{208}\text{Pb}$ | 4 | $^{210}\text{Pb}$ | 5 | $^{212}\text{Pb}$ |
| 6 | $^{214}\text{Pb}$ |   |                   |   |                   |   |                   |   |                   |

II 標識化合物を長期保管する際には自己分解が問題になる。 $^3\text{H}$  や  $^{14}\text{C}$  などの標識化合物では、自己分解によりラジカルや励起分子などが生成することがある。このため、標識化合物の保管に際して、遊離基捕捉剤を加える。水溶液の場合には遊離基捕捉剤の  やベンジルアルコールなどを数%程度加える。また、ベンゼン溶液として保管することで自己分解が低減できる。

一般に有機化合物は低い温度で安定である。しかし、凍結によりクラスターが形成されるため、標識有機化合物では自己分解が促進することがある。この影響は  $^3\text{H}$  標識化合物で大きい。このため、 $^3\text{H}$  標識化合物の水溶液は  °C、ベンゼン溶液は  °C で保管する。

長期保管した標識化合物の使用に際しては、あらかじめ標識化合物の化学的純度と放射化学的純度を確かめることが必要である。放射化学的純度の検定には各種クロマトグラフィや  が用いられる。

< G ~ I の解答群 >

- |    |         |   |           |   |           |
|----|---------|---|-----------|---|-----------|
| 1  | ヘキサン    | 2 | エタノール     | 3 | ジエチルエーテル  |
| 4  | トルエン    | 5 | -80 ~ -70 | 6 | -20 ~ -15 |
| 7  | 2 ~ 4   | 8 | 5 ~ 10    | 9 | 20 ~ 30   |
| 10 | 40 ~ 50 |   |           |   |           |

< J の解答群 >

- |   |         |   |          |   |          |
|---|---------|---|----------|---|----------|
| 1 | 原子吸光分析法 | 2 | 質量分析法    | 3 | 加速器質量分析法 |
| 4 | 放射化分析法  | 5 | 同位体希釈分析法 | 6 | 凝固点降下測定法 |

問4 次のⅠ～Ⅲの文章は、 $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{32}\text{P}$ 、 $^{137}\text{Cs}$  を使用しているある事業所での放射線管理及び測定についての日誌の一部である。この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 ○月×日 使用核種をそれぞれ1～10 kBq含むとみられる廃液(水溶液)について、各核種の濃度を求めた。まず、廃液試料の一定量をプラスチック製容器にとり、そのまま□A□によって□B□の放射能濃度を求めた。□B□を除去した後、蒸発法による前処理後、端窓型GM検出器で計数した。さらに、試料とGM検出器間に適当な厚さのアルミニウム板を置いて計数し、□C□以外の2核種を定量した。

先月半ばに新規に追加購入した液体シンチレーションカウンタの利用についても分析条件などの検討を継続した。昨日に続いて、□B□を除去した廃液試料の一部を取り、チェレンコフ光計測による□D□の定量を試みた。その結果は、以前より使用してきた液体シンチレーションカウンタによる測定あるいは端窓型GM検出器による測定の結果と、誤差の範囲で一致した。

< Aの解答群 >

- |                     |             |
|---------------------|-------------|
| 1 液体シンチレーションカウンタ    | 2 Si 半導体検出器 |
| 3 Si(Li) 半導体検出器     | 4 Ge半導体検出器  |
| 5 プラスチックシンチレーション検出器 |             |

< B～Dの解答群 >

- |                |                   |                   |                     |
|----------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 1 $^3\text{H}$ | 2 $^{14}\text{C}$ | 3 $^{32}\text{P}$ | 4 $^{137}\text{Cs}$ |
|----------------|-------------------|-------------------|---------------------|



II △月□日 pHが1の塩酸酸性廃液(水溶液)1 Lからの $^{32}\text{PO}_4^{3-}$ の除去に、水酸化物の中性域での沈殿生成を利用した凝集沈殿法の適用を検討した。塩酸以外の酸性成分の寄与は無視できるとした場合、中和するために必要な1%水酸化ナトリウム(式量40)水溶液(密度 $1.0\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )は mLとなる。中和に使用する1%水酸化ナトリウム水溶液のpHはを0.4ほど上回る。このため、1%水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えてしまった場合、廃液が高pHとなりの水酸化物沈殿の再溶解が起こる可能性がある。再溶解を防ぐためには、かくはん攪拌による混合の状況、沈殿の生成の様子、pHの変化などに気を配る必要がある。なお、室温および水温は $25^\circ\text{C}$ であった。

< Eの解答群 >

- |          |       |        |         |
|----------|-------|--------|---------|
| 1 アルミニウム | 2 塩素  | 3 カリウム | 4 カルシウム |
| 5 セシウム   | 6 ヨウ素 |        |         |

< Fの解答群 >

- |       |       |       |       |         |
|-------|-------|-------|-------|---------|
| 1 200 | 2 400 | 3 600 | 4 800 | 5 1,000 |
|-------|-------|-------|-------|---------|

< Gの解答群 >

- |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| 1 8  | 2 9  | 3 10 | 4 11 | 5 12 |
| 6 13 | 7 14 |      |      |      |

Ⅲ ⅴ月●日 作業者Xから液量10 mL程度の<sup>32</sup>Pを実験室から放流してしまったようだと緊急の報告があった。状況から、放流された<sup>32</sup>Pは全て貯留槽A中の廃水に留まっており、その最大量は30 MBqと見積もられた。

当初は、10 m<sup>3</sup>の貯留槽A内にある廃水1 m<sup>3</sup>を留め置き、2週間後に排水する計画であった。排水までの2週間は別の貯留槽Bを使用することとしていたが、予想外の<sup>32</sup>Pの流入のため、排水計画を変更することにした。この計画変更に当たり、流入後の貯留槽A中の廃水の容積は1 m<sup>3</sup>とみなされ、かつ、他の廃液の流入はないとした。<sup>32</sup>Pの放流の事態が起こる前の貯留槽A中の廃水中の各核種の放射能濃度、及び告示別表第2に定められた該当する化学形等での排水中の濃度限度は以下の表のとおりである。

表 告示別表第2に示す各核種の排水中の濃度限度、及び廃水中の放射能濃度（試料はⅴ月●日始業時に採取）

第1欄		第2欄 ～ 第5欄 [省略]	第6欄	廃水中の放射能濃度 (Bq·cm <sup>-3</sup> )
放射性同位元素の種類			排水中の濃度限度 (Bq·cm <sup>-3</sup> )	
核種	化学形等			
<sup>3</sup> H	有機物（メタンを除く）		2×10 <sup>1</sup>	4
<sup>14</sup> C	有機物〔経口摂取〕		2×10 <sup>0</sup>	0.4
<sup>32</sup> P	Snのリン酸塩以外の化合物		3×10 <sup>-1</sup>	H
<sup>137</sup> Cs	すべての化合物		9×10 <sup>-2</sup>	9×10 <sup>-3</sup>

表の測定結果を得た時点では、廃水中の<sup>32</sup>Pの濃度は H Bq·cm<sup>-3</sup>であったため、そのままでは排水できないが、2週間後には特に希釈することなく排水できるはずであった。

<sup>32</sup>Pの予想外の流入のため、この排水計画を修正することとした。まず、実験計画とその進行状況を考慮して、2通りの方法で排水の可能性について試算した。1つは、直ちに希釈槽を利用して貯留槽A中の廃水を希釈の上、排水する場合である。この場合は、おおよそ I 倍に希釈すると、表に示した各核種の廃水中の放射能濃度を排水中の濃度限度で割った値の合計がほぼ1となる。もう1つは、希釈しないで排水することとし、それまでは貯留槽Bを使用する計画である。この場合は、おおよそ J 日間、廃水を貯留槽A中に留め置くことで、表に示した各核種の廃水中の放射能濃度を排水中の濃度限度で割った値の合計がほぼ1となる。以上の希釈または減衰による放射能濃度の低下についての概算に基づいて、両者を組み合わせた具体的な排水計画を立案することとした。さらに、排水前に新たに廃水中の各核種の放射能濃度を測定して、排水可能であることを確かめてから排水することにした。

< Hの解答群 >

1 0.01            2 0.03            3 0.1            4 0.2            5 0.5

< Iの解答群 >

1 10            2 50            3 100            4 150            5 200

< Jの解答群 >

1 15            2 30            3 40            4 55            5 70

6 80            7 95            8 110

問5 次のI、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 国際放射線防護委員会ICRPでは、放射線防護に用いる量として、複数の種類の線量からなる体系を勧告している。

放射線の影響を考えるための基本的な線量計測量は、吸収線量である。これに対し、放射線防護の目的で確率的影響を評価する量としては、組織・臓器の体積にわたって平均された吸収線量に放射線の線質や組織の感受性によって重みづけがなされた等価線量や実効線量を用いる。これらを□Aと呼ぶ。

□Aは線量計等で直接測定できない量であるため、外部被ばくに係る実測が可能な量として、場のモニタリングに用いる周辺線量当量、方向性線量当量、個人モニタリングに用いる個人線量当量が導入されている。これらの量は、□Bの定義に基づいており、□Cと呼ばれる。□Cに関しての線質による加重として□Dが用いられる。放射線防護の目的を鑑み、ほとんどの場合において、□Cは□Aを□E値を示すように定められている。

場のモニタリングに用いる線量当量は、単純なファントムである□B球の深さ $d$ の線量当量の値に基づいて規定されている。実効線量の管理には $d = \square\text{ア}$  mmが、また、現在の法令には取り入れられていないが、眼の水晶体の被ばくをモニタリングする目的では $d = \square\text{イ}$  mmが勧告されている。

< Aの解答群 >

- 1 物理量                      2 防護量                      3 実用量                      4 預託線量

< Bの解答群 >

- 1 IAEA                      2 ICRP                      3 ICRU                      4 OECD                      5 UNSCEAR

< Cの解答群 >

- 1 物理量                      2 防護量                      3 実用量                      4 預託線量

< Dの解答群 >

- 1 線エネルギー付与                      2 生物学的効果比                      3 線量係数  
4 線質係数                      5 放射線加重（荷重）係数                      6 組織加重（荷重）係数

< Eの解答群 >

- 1 下回らない                      2 上回らない

< ア、イの解答群 >

- 1 0.07                      2 0.1                      3 0.3                      4 0.7                      5 1  
6 3                      7 7                      8 10

II 放射線防護の目的における確率的影響の評価はしきい値なし線形モデルに基づいている。このモデルの採用により、実効線量の計算において、外部被ばく・内部被ばく、全身被ばく・部分被ばくに起因する線量の加算が可能となっている。

ここで、特定の複数の組織・臓器に対して限定的に吸収線量が与えられた場合を仮定して、等価線量及び実効線量を計算してみよう。皮膚の平均吸収線量としてβ線で50 mGy、γ線で50 mGy、肝臓の平均吸収線量としてα線で2 mGy、γ線で10 mGyの被ばくがあったとする。なお、それ以外の組織・臓器の被ばくは無視できるものとする。このとき、皮膚の等価線量は  mSv、肝臓の等価線量は  mSv、実効線量は  mSv である。ただし、放射線加重係数及び組織加重係数はICRP2007年勧告の値を用いるものとする。なお、皮膚及び肝臓の組織加重係数は、それぞれ0.01、0.04である。

<ウ、エの解答群>

1	1	2	2	3	12	4	20	5	30
6	40	7	50	8	100	9	150	10	200
11	500	12	550	13	1,000	14	1,050		

<オの解答群>

1	1.48	2	1.98	3	2.2	4	3.0	5	3.48
6	3.5	7	3.7	8	4.2	9	5.0		

問6 次の文章の□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。

ヨウ素は、ヒトにとって必須元素である。ヨウ素は、ヨウ素デンプン反応や消毒薬として一般に知られるとともに、原子炉内等で製造した放射性ヨウ素は、医学などの分野で利用されている。単体のヨウ素は、常温、常圧では主に□A□であるが、□B□性がある。ICRP Publication 30の体内動態モデルでは経口摂取された放射性ヨウ素は、消化管で吸収され血中に取り込まれた後、3割が□ア□に、7割が□イ□に移行する。

放射性ヨウ素には複数の核種があり、医療で用いられる代表的な核種を半減期の長い順に並べると□ウ□となる。放射性ヨウ素で標識されたヨウ化ナトリウム溶液が入ったバイアル瓶を開封する場合には、注射器を用いて□C□状のヨウ素を取り除いておくことにより汚染事故防止につながる。<sup>125</sup>I標識化合物を用いたトレーサ実験を実施する際には、フードやグローブボックス内で取り扱うことに加えて、チャコール入りマスクの着用、鉛ブロック・鉛板の使用などにより被ばくの低減に努める。<sup>125</sup>I標識化合物15 MBqを、0.02 cmの鉛板で遮蔽し、トレーサ実験を0.5時間行った際の外部被ばくの実効線量は、この標識化合物を点線源とみなし、点線源から作業する人までの距離を50 cmとした場合、□エ□μSvと見積もられる。ただし、<sup>125</sup>Iの実効線量率定数は $0.0126 \mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 、また、<sup>125</sup>Iの0.02 cmの鉛板に対する実効線量透過率は0.00141とする。

ヨウ素の同位体の中で<sup>131</sup>Iはβ<sup>-</sup>壊変後、大部分は直ちにγ線を放出し、□オ□の安定同位体に、また、一部は□オ□の準安定状態を経て□オ□の安定同位体になる。<sup>131</sup>Iのβ線はがんの□カ□に、<sup>131</sup>Iのγ線はがんの□キ□に利用可能である。このような2つの利用法を同時に行うがん医療は、セラノスティクスと呼ばれ注目されている。

<A～Cの解答群>

- |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| 1 気体 | 2 液体 | 3 固体 | 4 凝縮 | 5 昇華 |
| 6 気化 | 7 凝固 |      |      |      |

<ア、イの解答群>

- |       |       |       |      |          |
|-------|-------|-------|------|----------|
| 1 筋肉  | 2 心臓  | 3 尿   | 4 肝臓 | 5 バルトリン腺 |
| 6 唾液腺 | 7 甲状腺 | 8 前立腺 |      |          |

<ウの解答群>

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| 1 <sup>123</sup> I> <sup>125</sup> I> <sup>131</sup> I | 2 <sup>125</sup> I> <sup>123</sup> I> <sup>131</sup> I | 3 <sup>131</sup> I> <sup>123</sup> I> <sup>125</sup> I | 4 <sup>125</sup> I> <sup>131</sup> I> <sup>123</sup> I |
| 5 <sup>131</sup> I> <sup>125</sup> I> <sup>123</sup> I | 6 <sup>123</sup> I> <sup>131</sup> I> <sup>125</sup> I |  |  |

<エの解答群>

- |                       |                       |       |       |
|-----------------------|-----------------------|-------|-------|
| 1 $5.3\times 10^{-8}$ | 2 $5.3\times 10^{-4}$ | 3 1.7 | 4 3.4 |
| 5 270                 |                       |       |       |

<オの解答群>

1 テルル

2 ポロニウム

3 クリプトン

4 キセノン

5 ビスマス

<カ、キの解答群>

1 問診

2 診断

3 症状

4 治療

5 予防

