

## 管理測定技術

試験が始まる前にこのページに書いてあることをよく読んでください。裏面以降は試験問題になっているので、指示があるまで見てはいけません。

1 試験時間：10:00～11:45（1時間45分）

2 問題数：6題（12ページ）

3 注意事項：

- ① 机の上に出してよい物は、受験票、鉛筆（HB又はB）又はシャープペンシル、鉛筆削り、プラスチック消しゴム、時計に限ります。電卓機能・通信機能・辞書機能等の付いた時計を机の上に出すことはできません。
- ② 電卓（電子式卓上計算機）の使用はできません。
- ③ 試験中に携帯電話等の通信機器は使用できません。（電源を切ってください。）
- ④ 問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び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。ただし、試験問題の内容に関する質問にはお答えできません。
- ⑤ 試験中に気分が悪くなった場合などは、手を挙げ試験監督員の指示に従ってください。
- ⑥ 試験終了の合図があったら、すぐ筆記用具を置いて、解答をやめてください。  
試験監督員が解答用紙を集め終わるまでは、席を離れることはできません。  
なお、問題用紙は持ち帰っていただいて結構です。
- ⑦ 不正行為をした場合は、受験資格を失います。

4 解答用紙の扱いについて

- ① 解答用紙は機械で読み取りを行いますので、解答用紙の注意事項に従い丁寧に記入してください。また折り曲げたり汚したりしないでください。
- ② 筆記用具は、鉛筆（HB又はB）又はシャープペンシルを使用し、記入を訂正する場合にはプラスチック消しゴムできれいに消してください。また、消しきずは残さないようにしてください。
- ③ 解答用紙の所定の欄に受験番号・氏名・試験地を必ず記入してください。特に受験番号は受験票と照合して正しくマークしてください。
- ④ 試験は択一方式で、解答は1つの間につき1つだけ選択してください。2つ以上選択（マーク）した場合は、零点になります。
- ⑤ 記入欄以外の余白には、何も記入しないでください。
- ⑥ 以上の記入方法の指示に従わない場合、必要とされる記入事項が正しく記入されていない場合には採点されません。

問1 シンチレーション検出器に関する次のⅠ～Ⅱの文章の( )の部分に入る最も適切な語句、記号又は数値を、それぞれの解答群から1つだけ選べ。

Ⅰ シンチレータは放射線との相互作用により( A )を発するため、種々の放射線のパルス測定に用いられている。シンチレータを大別すると、無機シンチレータと有機シンチレータに分類される。無機シンチレータには、( B )を添加したハロゲン化アルカリの結晶、添加物を加えない( C )の結晶などが挙げられる。一般に実効原子番号の比較的大きいシンチレータが得られるため( イ )の測定に有効である。一方、有機シンチレータには、プラスチックシンチレータ、( D )シンチレータなどが挙げられる。これらの発光の減衰時間は、通常、数( ロ )秒程度であり、NaI(Tl)シンチレータと比べると一桁以上短い。また、( E )を多く含むため( ハ )の検出においても有用である。

絶対シンチレーション効率(吸収されたエネルギーのうち発光に費やされるエネルギーの割合)及び平均発光波長がそれぞれ13%、415nmのシンチレータに、エネルギー1.2MeVの $\gamma$ 線が全吸収されるとする。このとき、このシンチレータから1個の $\gamma$ 線入射当たり約( ニ )個の光子が放出されることになる。ただし、プランク定数を $6.6 \times 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$ 、 $1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{J}$ とする。

<ⅠのA～Eの解答群>

- 1 燐光    2 蛍光    3 赤外線    4 熱電子    5 気体    6 液体    7 水素  
8 酸素    9 活性化物質    10 気泡    11 クエンチャー    12 ヨウ化水銀(Ⅱ)  
13 BGO    14 シリコン    15 ゲルマニウム

<Ⅰのイ～ニの解答群>

- 1  $\alpha$ 線    2  $\beta$ 線    3  $\gamma$ 線    4 紫外線    5 熱中性子    6 速中性子  
7 ピコ    8 ナノ    9 マイクロ    10 ミリ    11 20    12  $3 \times 10^2$   
13  $4 \times 10^3$     14  $5 \times 10^4$     15  $6 \times 10^5$

Ⅱ シンチレータから放出される光は極めて微弱であるため、光電子増倍管などと組合せて放射線測定器を構成する必要がある。光電子増倍管では、( イ )などを用いた( A )により光子を電子に変換した後、多段の( B )により増倍し、( C )から電気信号を取り出す。( B )間では、( D )により電子が加速される。( A )は( E )の放出による偶発的なノイズの発生源となる。また、外部の( F )が大きい場合にはその影響を避けるため、ミューメタルなどを用いた遮へいが必要となる。

光電子増倍管を用いる方法の他、( G )などで発光を電気信号に直接変換した後、電子回路により増幅する方法も用いられる。この( G )は光電子増倍管に比べて( H )側に感度が高いので、( ロ )シンチレータと組合せて使用されることが多い。

< II の A ~ H の解答群 >

- |             |            |         |          |        |
|-------------|------------|---------|----------|--------|
| 1 短波長       | 2 長波長      | 3 陽電子   | 4 紫外線    | 5 赤外線  |
| 6 熱電子       | 7 アノード     | 8 ダイノード | 9 グリッド電極 | 10 光陰極 |
| 11 フォトダイオード | 12 発光ダイオード | 13 FET  |          |        |
| 14 磁場       | 15 静電場     |         |          |        |

< II の イ ~ ロ の解答群 >

- |                     |                    |           |                    |                       |                     |
|---------------------|--------------------|-----------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| 1 CsI(Na)           | 2 NaI(Tl)          | 3 CsI(Tl) | 4 BaF <sub>2</sub> | 5 K <sub>2</sub> CsSb | 6 CaSO <sub>4</sub> |
| 7 CoCl <sub>2</sub> | 8 HgI <sub>2</sub> |           |                    |                       |                     |

問2 次のⅠ～Ⅱの文章の( )の部分に入る最も適切な語句又は数値を、それぞれの解答群から1つだけ選べ。ただし、各選択肢は必要に応じて2回以上使ってもよい。

Ⅰ 吸収線量とは、( A )の照射により、物質に吸収された放射線のエネルギーをその物質の質量で除したものである。単位はグレイ(Gy)であり、1Gyとは物質1kgあたりに吸収された放射線のエネルギーが1Jであるときの放射線量である。吸収線量の概念が適用される物質は( B )である。

これに類似した量として、カーマがある。これは( C )にX線やγ線、あるいは( D )のような( E )が入射して相互作用や核反応を起こしたとき、放出された( F )の初期の( G )の和をその物質の質量で除したもので、単位は( H )である。カーマの測定や評価に際しては、二次的に発生した( I )のエネルギーの一部が( J )等により着目する領域から逃れた場合、そのエネルギーも含まれる。

<ⅠのA～Jの解答群>

- 1 空気    2 生体等価物質    3 任意の物質    4 直接電離性放射線  
 5 間接電離性放射線    6 荷電粒子    7 中性子線    8 任意の電離性放射線  
 9 運動エネルギー    10 吸収エネルギー    11 散乱    12 制動放射  
 13 グレイ(Gy)    14 クーロン毎キログラム(C/kg)    15 シーベルト(Sv)

Ⅱ X線やγ線による吸収線量を( A )原理に基づいて測定する方法を考えよう。物体に小さな空洞を設け、それに空気等の気体を封入する。この場合、X線やγ線を照射した場合に生じる( B )の状態が空洞を設けることによって乱されなければ、周りの( C )の吸収線量 $D_m$ は( D )の吸収線量を $D_g$ とすると

$$D_m = D_g S_m \quad (1)$$

として求めることができる。ここで、 $S_m$ は( C )の( D )に対する( E )である。

空洞中に細い棒状集電極を入れて、これに電圧を印加し、生成された電荷 $Q(C)$ を測定すると、空洞中の気体(質量 $m(kg)$ )中に生成されるイオン対の数 $N$ は

$$N = \frac{Q}{e} \quad (2)$$

となる。ここで、 $e$ は素電荷である。この $N$ に空洞気体の $W$ 値を乗じると空洞気体における( F )を $eV$ 単位で求めることができる。この値を $J$ 単位に換算し、空洞中の気体の質量 $m(kg)$ で除して、 $D_g(Gy)$ を決定する。これを(1)式に入れると $D_m(Gy)$ を求めることができる。この測定においては、( C )の厚さは、( G )の( H )よりも厚いことが必要である。

例えば、体積 $100\text{cm}^3$ の空洞中に密度 $1.30\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ の空気が充填されたアルミニウム製の空洞電離箱に $^{60}\text{Co}$ γ線を照射し、電離電流 $1\text{pA}$ が測定されたとすると、アルミニウムの吸収線量率は( イ ) $\text{mGy}\cdot\text{h}^{-1}$ となる。ただし、ここで $S_m$ は $0.88$ とし、アルミニウムによるγ線の減弱は無視するものとする。なお、電子線に対する空気の $W$ 値は( ロ ) $eV$ である。

< II の A ~ H の解答群 >

- |    |             |    |         |    |          |    |         |
|----|-------------|----|---------|----|----------|----|---------|
| 1  | ブラッグ・グレイの空洞 | 2  | ファノの等価  | 3  | 平均質量阻止能比 | 4  | 質量阻止能   |
| 5  | 平均線阻止能比     | 6  | 質量吸収係数比 | 7  | 壁物質      | 8  | 空洞中の気体  |
| 9  | 密度          | 10 | イオン対    | 11 | 電子       | 12 | 吸収エネルギー |
| 13 | 二次電子        | 14 | 飛程      | 15 | 平均自由行程   |    |         |

< II の I ~ R の解答群 >

- |   |      |   |      |   |      |   |     |   |     |   |    |   |    |   |    |
|---|------|---|------|---|------|---|-----|---|-----|---|----|---|----|---|----|
| 1 | 0.56 | 2 | 0.83 | 3 | 0.94 | 4 | 1.8 | 5 | 2.6 | 6 | 28 | 7 | 34 | 8 | 60 |
|---|------|---|------|---|------|---|-----|---|-----|---|----|---|----|---|----|

問3 密封されていない放射性同位元素を用いた作業計画に関する次のI～IVの文章の( )の部分に入る最も適切な語句又は数値を、それぞれの解答群から1つだけ選べ。

#### I 作業内容のプランニング

作業中の化学変化についての予測は、放射性同位元素の化学的挙動の予測だけではなく、危険な反応の進行や放射性同位元素の飛散等による放射線被ばくの抑止の上で重要である。例えば、基礎的な放射化学分離法として沈殿分離法や溶媒抽出法があるが、それぞれの化学反応に関わる定数である( A )及び( B )から、それぞれの分離状況を予測することができる。また、pH などの実験条件の変化による放射性同位元素の挙動の変化も、このような反応に関する定数から予測することができる。実際の実験では、様々な化合物が混在するような複雑な系となる場合が多く、あらかじめ、( C )実験を行って、作業計画を精密化していくことが必要とされる。気体の発生を伴う反応は、放射性気体の発生他に、急速な( D )による物質の飛散を招く可能性がある。同様の意味で、( E )を発生する反応も、突沸等による放射性物質の飛散を招く可能性があることから、対策をたてておく必要がある。

< I のA～Eの解答群 >

- |          |           |                  |        |         |
|----------|-----------|------------------|--------|---------|
| 1 加水分解定数 | 2 イオン交換容量 | 3 溶解度積           | 4 分配係数 | 5 錯生成定数 |
| 6 水和数    | 7 ホット     | 8 <i>in situ</i> | 9 コールド | 10 粘度上昇 |
| 11 重量増加  | 12 圧力上昇   | 13 沈殿            | 14 粉体  | 15 熱    |

#### II 作業に伴う放射性廃棄物の取扱いについてのプランニング

廃棄物の化学的性質に注意する必要がある。固体廃棄物は物理的・化学的性質の一つである( A )に基づいて分類されるのが普通である。例えば、マイクロピペットのチップなどは( B )廃棄物に分類される。しかし、( C )製品などについては、廃棄物の処分に伴うダイオキシン類の発生が懸念される場合には、( D )廃棄物とすることが望まれる。

液体廃棄物については、特に( E )廃液の発生を避けることが望まれている。発生を避けることができない場合にも、水溶液と混合して放射性同位元素を分離する( F )法など放射化学分離法を適用して、放射性同位元素の濃度を低減させることができる。水溶液の場合には、( G )の調節が必要とされるが、( H )に注意する。

< II のA～Dの解答群 >

- |      |          |           |       |       |       |
|------|----------|-----------|-------|-------|-------|
| 1 剛性 | 2 燃焼性    | 3 電気伝導性   | 4 可燃性 | 5 難燃性 | 6 不燃性 |
| 7 ゴム | 8 ポリエチレン | 9 ポリ塩化ビニル |       |       |       |

< II のE～Hの解答群 >

- |          |          |      |         |         |        |
|----------|----------|------|---------|---------|--------|
| 1 酸性     | 2 アルカリ性  | 3 有機 | 4 吸着    | 5 イオン交換 | 6 溶媒抽出 |
| 7 比重     | 8 酸化還元電位 | 9 pH | 10 熱の発生 |         |        |
| 11 体積の増加 | 12 着色    |      |         |         |        |

### Ⅲ 液体シンチレータ廃液の処理方法についてのプランニング

有機廃液のうち、液体シンチレータ廃液の処理方法については、放射性同位元素の種類、数量、( A )に依存するが、施設によっては( B )も可能である。トルエン系、キシレン系、( C )系など、主な溶媒の種類によって分類して処分されるのが普通である。これらの条件を満たすために放射化学分離や溶媒の分離精製の方法を計画しておく必要がある。

#### <ⅢのA～Cの解答群>

- |          |        |         |        |        |        |
|----------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 1 酸化状態   | 2 電子密度 | 3 濃度    | 4 地層処分 | 5 希釈放流 | 6 焼却処分 |
| 7 クロロホルム |        | 8 ジオキサン |        | 9 アセトン |        |

### Ⅳ 排水設備の使用についてのプランニング

貯留槽中の排水前の排液に含まれる放射性同位元素の濃度・化学形・半減期、排水中の濃度限度、貯留槽及び希釈槽の容量を考慮する必要がある。半減期 10 日の放射性同位元素 X (排水中の濃度限度は  $1\text{Bq}/\text{cm}^3$ ) のみを使用する施設で、貯留槽中の排液  $1\text{m}^3$  を排水することとした。排液中の X の全量が  $16\text{MBq}$  とすると、( A ) 日を過ぎた後には、希釈することなく排水することができる。しかし、10 日後に排水する場合には、少なくとも ( B ) 倍以上に希釈する必要がある。

#### <ⅣのA～Bの解答群>

- |       |        |       |       |      |      |      |      |
|-------|--------|-------|-------|------|------|------|------|
| 1 1.6 | 2 2.0  | 3 4.0 | 4 8.0 | 5 10 | 6 16 | 7 20 | 8 40 |
| 9 80  | 10 160 |       |       |      |      |      |      |

問4 次のI～IIIの文章の( )の部分に入る最も適切な語句、記号又は数値を、それぞれの解答群から1つだけ選べ。ただし、各選択肢は必要に応じて2回以上使ってもよい。

放射線業務従事者の外部被ばくのモニタリングには、主に個人線量計が使用される。放射線業務従事者甲、乙の1ヶ月間の外部被ばく線量の測定結果が以下のようになった。

従事者	1cm 線量当量 (mSv)			70 μm 線量当量 (mSv)		
	γ (X) 線	中性子	合計	γ (X) 線	β 線	合計
甲	0.5	0.2	0.7	0.5	0	0.5
乙	0.3	0	0.3	0.3	0.8	1.1

I 上記の記録をもとに、従事者甲、乙の被ばく線量を算定する。

従事者甲の実効線量(mSv)は( A )、等価線量(mSv)のうち、眼の水晶体は( B )、皮膚は( C )となる。

また、従事者乙の実効線量(mSv)は( D )、等価線量(mSv)のうち、眼の水晶体は( E )、皮膚は( F )となる。もし、従事者乙が妊娠を申告した女子である場合には、その腹部の等価線量は( G )とする。

体幹部不均等被ばくの場合、複数の部位で測定された1cm 線量当量から次式によって実効線量  $E$  を評価することにする。

$$E=0.08H_a+0.44H_b+0.45H_c+0.03H_m$$

ここで、 $H_a$ ;頭部、頸部の1cm 線量当量、 $H_b$ ;胸部、上腕部の1cm 線量当量、 $H_c$ ;腹部、大腿部の1cm 線量当量、 $H_m$ ;各部位のうち線量当量が最大となる部位の線量当量とする。頭頸部以外を覆う防護衣を着用した場合に、頸部及び防護衣の内側に個人線量計を装着した。1cm 線量当量が頸部で1mSv、防護衣の内側で0.5mSvであった場合、実効線量  $E$  は( H ) mSv となる。

< I のA～Gの解答群 >

1 0.2    2 0.3    3 0.5    4 0.6    5 0.7    6 0.8    7 1.0    8 1.1  
9 1.2

< I のHの解答群 >

1 0.50    2 0.54    3 0.56    4 0.70    5 0.78    6 0.80    7 1.0

II それぞれの放射線業務従事者甲、乙の被ばくの原因を調査するための測定器を検討した。

従事者甲はγ線及び中性子による被ばくがあった。そこで、従事者甲の作業場所のγ線の線量率をサーベイメータにより測定することにした。作業場所のγ線の線量率が1mSv/hを超えると予想されたので、( A )サーベイメータを携行することにした。また、作業場所周辺部の汚染核種を同定するため、( B )スペクトロサーベイメータも携行することにした。中性子線量率の測定にはレムカウンタを携行した。レムカウンタは $^3\text{He}$ 又は $\text{BF}_3$ 計数管の周りを( C )減速材で囲ったものである。レムカウンタは熱中性子からMeVオーダーまでの広いエネルギー領域にわたって1cm 線量当量を直読できるが、数eVからkeV領域の中性子に対しては1cm 線量当量を( D )評価する傾向があることが知られている。



また、従事者乙にはβ線による被ばくがあった。そこで、従事者乙の作業場所のβ線の線量率をGM管式サーベイメータにより測定することにした。この場合、( E ) に注意する必要がある。

< IIのA～Eの解答群 >

- 1 NaI(Tl)シンチレーション式
- 2 ZnS(Ag)シンチレーション式
- 3 電離箱式
- 4 テフロン
- 5 ポリエチレン
- 6 ホウ素入りポリエチレン
- 7 カドミウム
- 8 過大
- 9 過小
- 10 数え落とし
- 11 ビルドアップ

III 放射性同位元素からのγ線による被ばくを見積もるには1cm線量当量率定数を知っておく必要がある。例えば、 $^{24}\text{Na}$ 、 $^{51}\text{Cr}$ 、 $^{54}\text{Mn}$ 及び $^{60}\text{Co}$ の4つの放射性同位元素のうち1cm線量当量率定数の最も大きいものは( A )で、最も小さいものは( B )である。

この月の放射線業務従事者甲のγ(X)線による外部被ばく線量0.5mSvについて検討することにした。従事者甲が取り扱ったγ線源は30MBqの $^{60}\text{Co}$ であった。作業中 $^{60}\text{Co}$ は厚さ3cmの鉛板で遮へいしており、作業者は $^{60}\text{Co}$ 線源から50cmの距離で作業したとすると、その月の作業時間は( C )時間であったと推定され、立入記録とあっていることから、個人線量計でγ(X)線によるとされた被ばくはこのγ線源のみによるものと考えられた。従事者甲には、被ばくの低減化のため作業時間の短縮、遮へいの強化、線源からの距離の確保を指導することにした。

なお、 $^{60}\text{Co}$ の1cm線量当量率定数は $0.35\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 、 $^{60}\text{Co}$ からのγ線の鉛の半価層は1.5cmとする。

また、中性子による被ばくは室内の貯蔵箱に収納された $^{252}\text{Cf}$ 中性子線源によるものであることがわかり、貯蔵箱の位置を変え、貯蔵容器の遮へいを強化することにした。

この月に従事者乙は $^{18}\text{F}$ の製造に携わっていた。このため、個人線量計でγ(X)線によるとされた被ばくは( D )によるものと推定された。一般にβ線源からの被ばくを防ぐには、( E )を用いて遮へいすることで( F )の発生を抑えることに注意する必要があるが、 $^{18}\text{F}$ のような場合にはその周りをさらに( G )で囲むとより有効な遮へいが行えることを説明するとともに、防護メガネや防護手袋の着用を励行し、β線による目や手指などの局所被ばくに注意するように指導した。

< IIIのA～Gの解答群 >

- 1  $^{24}\text{Na}$
- 2  $^{51}\text{Cr}$
- 3  $^{54}\text{Mn}$
- 4  $^{60}\text{Co}$
- 5 12
- 6 24
- 7 48
- 8 98
- 9 制動放射線
- 10 消滅放射線
- 11 アクリル板
- 12 カドミウム板
- 13 鉛板

問5 次のⅠ～Ⅱの文章の( )の部分に入る最も適切な語句又は数値を、それぞれの解答群から1つだけ選べ。

Ⅰ 放射線業務従事者の防護は作業環境管理と個人管理の両方によって確保されている。管理区域内における作業環境管理は、外部放射線に係る線量、物の表面の放射性同位元素の密度及び空気中の放射性同位元素の濃度の測定によって行う。外部放射線に係る線量の測定は、放射線作業を開始する前に1回、作業開始後は、非密封放射性同位元素を取扱う作業の場合には( A )を超えない期間毎に1回、固定された密封放射性同位元素及び放射線発生装置を取り扱う作業の場合には、取扱方法や遮へいに変更がなければ( B )を超えない期間毎に1回行う。

外部放射線に係る線量の測定は、( C )線量当量について行う。法令では、管理区域における実効線量は3月間で1.3mSv以下、管理区域内の人が常時立ち入る場所における実効線量は1週間につき1mSv以下と定められている。積算線量を求める方法としては、サーベイメータで測定し、放射線源の使用時間や放射線発生装置の運転時間を考慮して計算で求める方法と、放射線測定器を用いて連続的に測定し実測で積算線量を求める方法とがある。

連続測定によって積算線量を求める方法には、( D )などを用いる簡便法とエリアモニタを用いて連続的に空間線量を測定する方法とがある。

γ線用エリアモニタとしては( E )及び( F )などが用いられる。この中で、( F )は感度が良く管理区域境界等の低線量率場での測定に適している。

<ⅠのA～Fの解答群>

- |                       |                 |                |                        |      |        |       |
|-----------------------|-----------------|----------------|------------------------|------|--------|-------|
| 1 1週                  | 2 1月            | 3 3月           | 4 6月                   | 5 1年 | 6 70μm | 7 3mm |
| 8 1cm                 | 9 液体シンチレーション検出器 | 10 GM計数管       | 11 BF <sub>3</sub> 計数管 |      |        |       |
| 12 イメージングプレート         | 13 蛍光ガラス線量計     | 14 ガスフロー型比例計数管 |                        |      |        |       |
| 15 NaI(Tl)シンチレーション検出器 |                 |                |                        |      |        |       |

Ⅱ 放射性物質の吸入による被ばくを評価するために空気中の放射性同位元素濃度の測定を行う。吸入により放射性同位元素を取り込んだ場合には、体内移行性の高い物質であれば血液中に入り、その化学的性質に従って特有の体内組織に移行し沈着する。一般に、体内に取り込まれた場合の集積部位としては、( A )は甲状腺に、( B )は骨に集積し、( C )は全身にほぼ均等に分布する。又、セシウムは( D )に、ストロンチウムは( E )に集積する。これに対し( F )は、酸化物の場合には体内移行性が低いため肺に残留し肺の被ばくが重要となる。

管理区域内の空気中の放射性同位元素濃度の測定には、様々な試料採集法が用いられている。粒子状放射性物質の捕集には、ろ紙を用いたろ過捕集方法が一般的に用いられる。気体状の<sup>123</sup>I、<sup>125</sup>I、<sup>131</sup>Iの捕集には、( G )を用いた捕集方法、<sup>3</sup>Hを含む水蒸気には、( H )、( I )トラップ及び( J )バブラーを用いた捕集方法が用いられる。

ろ過捕集方法による空気中の放射性同位元素濃度の測定方法では、大気中に存在する天然のラドン及びトロンの壊変生成物の影響が問題となる。ラドンの壊変生成物RaB (<sup>214</sup>Pb)は約( K )

の半減期で、トロン壊変生成物 ThB ( $^{212}\text{Pb}$ )は約 ( L ) の半減期でそれぞれ減衰する。測定対象とする放射性同位元素の濃度がラドン壊変生成物の濃度より高いと予想される場合には、捕集後速やかに計測を行う。放射性同位元素の濃度がラドン及びトロンの壊変生成物の濃度と同程度かそれ以下であることが明らかで、測定対象核種の半減期が RaB 及び ThB の半減期より十分に長い場合には、捕集後ラドン及びトロンの壊変生成物が減衰する約 ( M ) 後に計測し、測定対象核種の減衰補正を行う。

< II の解答群 >

- |       |   |          |   |        |   |         |   |           |   |     |
|-------|---|----------|---|--------|---|---------|---|-----------|---|-----|
| (A~F) | 1 | トリチウム    | 2 | プルトニウム | 3 | リン      | 4 | ヨウ素       | 5 | 肝臓  |
|       | 6 | 骨        | 7 | 腎臓     | 8 | 脳       | 9 | 全身        |   |     |
| (G~J) | 1 | 炭酸カルシウム  | 2 | ホット    | 3 | 水       | 4 | 活性炭カートリッジ |   |     |
|       | 5 | 塩酸       | 6 | コールド   | 7 | 硫酸カルシウム |   |           |   |     |
|       | 8 | 水酸化ナトリウム | 9 | シリカゲル  |   |         |   |           |   |     |
| (K~M) | 1 | 4分       | 2 | 10分    | 3 | 30分     | 4 | 50分       | 5 | 3時間 |
|       | 6 | 6時間      | 7 | 8時間    | 8 | 11時間    | 9 | 3日        |   |     |

問6 次のI～IIIの文章の( )の部分に入る最も適切な語句又は数値を、それぞれの解答群から1つだけ選べ。ただし、各選択肢は必要に応じて2回以上使ってもよい。

I 放射線発生装置あるいは密封線源を取り扱うに当たっては、主として外部被ばくを考慮すればよいが、非密封放射性物質の場合には、これに加えて内部被ばくも考慮する必要がある。

外部被ばくは遮へいにより低減することができる。放射性同位元素から放出される $\alpha$ 線の組織中での飛程は( A )程度である。このため手で扱うときは、ゴム手袋で $\alpha$ 線を遮へいすることが( B )。高エネルギー $\beta$ 線の遮へいに関しては $\beta$ 線そのものだけではなく、物質との相互作用によって生じる( C )も考慮する必要がある。( C )の発生は相互作用する物質の原子番号とともに( D )するので、原子番号の( E )物質で遮へいする。

< IのA～Eの解答群 >

- |              |          |          |       |        |        |
|--------------|----------|----------|-------|--------|--------|
| 1 数十 $\mu$ m | 2 数cm    | 3 数m     | 4 できる | 5 できない | 6 制動X線 |
| 7 特性X線       | 8 ニュートリノ | 9 オージェ電子 | 10 減少 |        |        |
| 11 増加        | 12 小さい   | 13 大きい   |       |        |        |

II 放射線の線質による生物作用の大きさの違いを考慮して放射線防護のために用いる線量として( A )が定義されている。これは、物理的に吸収されたエネルギーに基づく( B )に、放射線の種類とエネルギーによって定められている( C )を乗じたものである。さらに組織・臓器ごとの確率的影響の起こりやすさを反映させた係数、( D )で重みをつけて合算したものが( E )であり、確率的影響に関する放射線防護上の基準値はこれを用いて規定されている。( A )の単位は( F )、( B )の単位は( G )、( E )の単位は( H )である。

< IIの解答群 >

- |       |           |           |          |        |         |     |
|-------|-----------|-----------|----------|--------|---------|-----|
| (A～B) | 1 等価線量    | 2 吸収線量    | 3 照射線量   | 4 実効線量 | 5 しきい線量 |     |
| (C～D) | 1 生物学的効果比 | 2 放射線荷重係数 | 3 組織荷重係数 |        |         |     |
| (E)   | 1 等価線量    | 2 吸収線量    | 3 照射線量   | 4 実効線量 | 5 しきい線量 |     |
| (F～H) | 1 Bq      | 2 C/kg    | 3 J      | 4 Gy   | 5 Sv    | 6 R |

Ⅲ 内部被ばくの場合、体内に摂取された放射性物質は、その核種の壊変及び体外排泄等で決定される（ A ）に従って減少するが、それが分布する身体組織に様々な線量率で長期にわたって線量を与えることになる。体内に摂取された放射性物質から各組織・臓器に与えられる、放射線の線質による違いを考慮した単位時間当たりの（ B ）の時間積分値は（ C ）と呼ばれる。さらに、組織による感受性の違いを考慮して合算した（ D ）が定義される。内部被ばくによる（ E ）は、成人の場合には摂取後 50 年間にわたって積分した（ D ）に基づいた係数を用いて算定される。

<Ⅲの解答群>

- (A)        1 物理的半減期    2 生物学的半減期    3 有効半減期
- (B～E)    1 等価線量    2 実効線量    3 預託等価線量    4 預託実効線量
- 5 照射線量