

受験番号	
------	--

作業環境測定士試験 (放射性物質)

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1時間で、試験問題は問1～問20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。

問 1 次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 カーマは、 γ 線やX線などの間接電離放射線によって、単位質量中に生成された2次荷電粒子の運動エネルギーの総和である。
- 2 実効線量は、人体の臓器・組織ごとの吸収線量に組織加重係数を乗じて得られる等価線量に、対応する放射線加重係数を掛けた値の総和である。
- 3 X線による皮膚の等価線量の算定には、70 μm 線量当量を用いる。
- 4 男性の放射線作業従事者の実効線量限度は、5年間につき100 mSv、かつ、1年間につき50 mSvである。
- 5 作業環境測定における1 cm線量当量は、均一で単一方向からの平行ビームでICRU球全体を照射したとき、照射軸上の深さ1 cmにおける線量当量である。

問 2 次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 照射線量は、放射線の照射により空気の単位質量あたりに生成された荷電粒子が停止するまでに生成する正又は負の全電荷で、単位は $\text{C}\cdot\text{kg}^{-1}$ である。
- 2 空气中放射能濃度を表す単位は、 $\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$ である。
- 3 周辺線量当量率を表す単位は、 $\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ である。
- 4 吸収線量は、放射線の照射により物質が吸収したエネルギー量で、単位は $\text{Gy}\cdot\text{cm}^{-3}$ である。
- 5 放射性物質の表面密度は、単位面積当たりの放射能で、単位は $\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$ である。

問 3 次の核種のうち、半減期が最も短いものはどれか。

- 1 ^3H
- 2 ^{14}C
- 3 ^{90}Sr
- 4 ^{137}Cs
- 5 ^{241}Am

問 4 放射線に関する次の記述の㊶から㊸までの に入る語句又は数値の組合せとして、正しいものは下のうちどれか。

「直径2インチ、高さ2インチのNaI(Tl)シンチレーション検出器に ^{137}Cs から662 keVの光子が入射する場合、そのエネルギー分解能は一般的に ㊶ %程度である。また、同様な光子エネルギーに対するGe半導体検出器のエネルギー分解能は、通常 ㊷ %程度である。なお、計数効率は ㊸ とともに変化するため、種々の校正用標準線源を用いた効率曲線を作成することが必要である。」

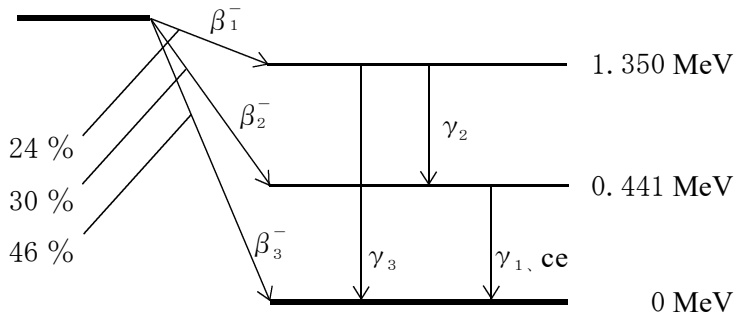
- | | ㊶ | ㊷ | ㊸ |
|-----|-----|-----------|-------|
| 1 | 2～3 | 0.01～0.02 | 計数率 |
| 2 | 2～3 | 0.01～0.02 | エネルギー |
| 3 | 2～3 | 0.1～0.2 | 計数率 |
| 4 | 6～8 | 0.01～0.02 | 計数率 |
| ○ 5 | 6～8 | 0.1～0.2 | エネルギー |

問 5 次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 電子が物質中で散乱され、入射方向とは逆方向に出てくる現象を後方散乱という。
- 2 空気のW値（1イオン対を生成するのに費やされるエネルギー）は、約34 eVである。
- 3 ^{60}Co は γ 線のみ放出する。
- 4 ^{137}Cs による γ 線の散乱線は、直接線よりエネルギーが低い。
- 5 ^{134}Cs の半減期は、 ^{60}Co よりも短い。

問 6 次の崩壊様式をもつ放射性核種から放出される0.441 MeVの γ 線（ γ_1 ）の数が毎秒 3.0×10^2 であるとき、その核種の放射能の正しい値は下のうちどれか。

ただし、励起レベル0.441 MeVからの内部転換電子（ce）の放出率は5.0%であり、 γ_2 と γ_3 の放出率は等しいものとする。



- 1 3.2×10^2 Bq
- 2 5.8×10^2 Bq
- 3 7.1×10^2 Bq
- 4 7.5×10^2 Bq
- 5 2.6×10^3 Bq

問 7 放射性物質の測定に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 液体シンチレーション検出器を用いて、 ^{32}P を測定した。
- 2 NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを用いて、 ^{60}Co を測定した。
- 3 ZnS(Ag)シンチレーションサーベイメータを用いて、 ^{137}Cs を測定した。
- 4 GM管サーベイメータを用いて、 ^{241}Am を測定した。
- 5 通気型電離箱を用いて、 ^{85}Kr を測定した。

問 8 試料の放射能を測定する際、計測器の検出効率が25%の測定器を用いて試料及びバックグラウンドをそれぞれ10分間測定した。バックグラウンド計数率が30 cpmだったとき、検出下限放射能として正しい値に最も近いものは次のうちどれか。

ただし、検出下限放射能は $3\sqrt{2}\sigma$ で与えられるものとし、 σ はバックグラウンド計数率の標準偏差である。

- 1 3.1×10^{-2} Bq
- 2 1.2×10^{-1} Bq
- 3 4.9×10^{-1} Bq
- 4 1.5×10^0 Bq
- 5 2.9×10^2 Bq

問 9 放射能測定において、試料の 1000 秒間測定で 450 カウント、バックグラウンドの 2000 秒間測定で 350 カウントであるとき、試料の正味計数率の標準偏差の値に最も近いものは次のうちどれか。

ただし、これらの測定において測定時間以外の測定条件は同じとする。

- 1 $5.4 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$
- 2 $1.9 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$
- 3 $2.3 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$
- 4 $7.9 \times 10^{-1} \text{ s}^{-1}$
- 5 $2.8 \times 10^1 \text{ s}^{-1}$

問 10 次の記述の①から⑤までの に入る語句の組合せとして、正しいものは下のうちどれか。

「プルトニウムの空气中濃度測定には、ラドンとトロンの崩壊生成物による影響を抑えるために試料採取 3 日後以降に全 α 線計測を行う ① 法と、濃度変化をリアルタイムに検出するための ② 法がある。

③ 法では ④ による全 α 線計測を行う。」

- | | ① | ② | ③ |
|-----|--------|--------|---------------------|
| 1 | サンプリング | モニタリング | プラスチックシンチレーション検出器 |
| 2 | サンプリング | モニタリング | NaI(Tl) シンチレーション検出器 |
| ○ 3 | サンプリング | モニタリング | ZnS(Ag) シンチレーション検出器 |
| 4 | モニタリング | サンプリング | プラスチックシンチレーション検出器 |
| 5 | モニタリング | サンプリング | ZnS(Ag) シンチレーション検出器 |

問 1 1 ^{90}Sr の放射能測定に用いる検出器として、適当なものは次のうちどれか。

- 1 NaI(Tl) シンチレーション検出器
- 2 Ge 半導体検出器
- 3 ^3He 比例計数管
- 4 ガスフロー比例計数管
- 5 ZnS(Ag) シンチレーション検出器

問 1 2 γ 線エネルギー分析装置の校正用線源として、適当な核種のみを組み合わせは次のうちどれか。

- | | | | |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | ^{133}Ba | ^{241}Am | ^{252}Cf |
| 2 | ^{32}P | ^{85}Kr | ^{204}Tl |
| <input type="radio"/> 3 | ^{57}Co | ^{152}Eu | ^{241}Am |
| 4 | ^{35}S | ^{60}Co | ^{137}Cs |
| 5 | ^{11}C | ^{15}O | ^{18}F |

問 1 3 液体シンチレーション検出器による放射能測定に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 試料液をシンチレータ溶液に乳化又は溶解させて行う。
 - 2 ^3H 、 ^{14}C 等の低エネルギー β 核種の測定に適している。
 - 3 試料からの放射線で生じるシンチレーション光を光電子増倍管を用いて測定する。
- 4 試料の化学成分によるクエンチングは、放射能の過大評価をもたらす。
- 5 γ 線源を用いて試料の計数効率を求めることができる。

問 1 4 放射能濃度測定に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 固体捕集法によるトリチウム化水蒸気の捕集には、着脱性のあるシリカゲルよりも化学的に水と結合する酸化カルシウムが適している。
- 2 ろ過捕集法に用いられるろ紙には、 $0.3\ \mu\text{m}$ の粒子を 95 % 以上捕集する能力のあるものが用いられる。
 - 3 ハロゲン系の気体状放射性物質の捕集には、活性炭含浸ろ紙、活性炭カートリッジなどが用いられる。
 - 4 表面捕集率とは、測定対象となる α 線の平均飛程以内のろ紙表面部分に捕集された粉じんの、全捕集粉じんに対する割合である。
 - 5 取り扱う核種が全て明らかな場合における放射能濃度の評価には、濃度限度が最も厳しい核種が全放射能を占めると仮定してよい。

問 1 5 作業環境空気中の放射性物質①とその捕集材又は捕集器具②、及び検出器又は測定器③との組合せのうち、誤っているものはどれか。

	①	②	③
	1 HTO	ガス捕集用電離箱	微小電流計
○	2 $^{14}\text{CO}_2$	活性炭含浸ろ紙	液体シンチレーション検出器
	3 $\text{CH}_3^{131}\text{I}$	活性炭カートリッジ	Ge 半導体検出器
	4 $^{239}\text{PuO}_2$	セルローズ・ガラス系ろ紙	Si 半導体検出器
	5 $^{60}\text{Co}_2\text{O}_3$	セルローズ・ガラス系ろ紙	GM 検出器

問 1 6 作業環境空気中の放射性物質を、バブラーを用いて $0.8 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ の吸引流量で168時間採取した。このときの作業環境空気中の放射性物質の濃度は $3.2 \times 10^{-3} \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-3}$ であった。

バブラーに残った捕集液は 180 cm^3 、放射性物質の捕集効率は 90 % とすると、バブラーの捕集液中の放射性物質濃度として、正しい値に最も近いものは次のうちどれか。

- 1 $1.3 \times 10^2 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-3}$
- 2 $1.6 \times 10^2 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-3}$
- 3 $2.0 \times 10^2 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-3}$
- 4 $2.5 \times 10^2 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-3}$
- 5 $1.6 \times 10^3 \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-3}$

問 1 7 作業環境空気中のトリチウムの放射能測定に関する次の㊶から㊸までの記述のうち、正しいもののみの組合せは下のうちどれか。

- ㊶ 捕集用電離箱では、他の放射性ガスとの分離測定はできない。
- ㊷ ガス状トリチウムは、トリチウム化水蒸気よりも電離箱内壁の放射能汚染を生じやすい。
- ㊸ 水バブラーによる捕集では、他の放射性ガスとの分離測定が可能である。
- ㊹ トリチウム化水蒸気のシリカゲルによる捕集は、1 か月程度の長期の連続サンプリングが可能である。

- 1 ㊶ ㊷
- 2 ㊶ ㊸
- 3 ㊷ ㊸
- 4 ㊷ ㊹
- 5 ㊸ ㊹

問 1 8 放射性物質を取り扱う作業場において、作業環境空気中の放射能濃度が、取扱い核種の濃度限度の 1/10 を超えないよう管理するために必要な測定装置の検出下限計数率 (s^{-1}) の値として、正しい値に最も近いものは次のうちどれか。

なお、取扱い核種の濃度限度は $7.0 \times 10^{-7} \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、測定装置の計数効率は 28 %、使用する捕集材の捕集効率は 100 %、捕集時間は 168 時間、試料空気の吸引流量は、捕集開始直後に $100 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ 、捕集終了直前に $87 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ であった。

ただし、吸引流量は直線的に変化するものとする。

- 1 13 s^{-1}
- 2 19 s^{-1}
- 3 24 s^{-1}
- 4 37 s^{-1}
- 5 48 s^{-1}

問 19 作業環境における X 線、 γ 線及び中性子線の線量当量率測定において、測定器の選択と測定点の設定に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- 1 各単位作業場所で、1 箇所以上の測定を行う。
 - 2 測定点の高さは、通常、作業床面上約 1 m とする。
 - 3 中性子線が含まれる場合は、中性子線の測定に γ 線の線量当量率測定も加え、それぞれが最も高くなりそうな場所で測定する。
 - 4 管理区域の境界での測定が困難な場合は、境界における線量当量率を推定できる箇所で測定してよい。
- 5 既に当該作業場において作業環境測定が行われたことがある場合には、原則として前回行われた測定位置を避けることが望ましい。

問 20 作業環境空気中のガス状放射性物質の放射能測定に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- 1 ガス捕集用電離箱において、 β 線の電離効率、 α 線の電離効率より低い。
 - 2 ガス捕集用電離箱の動作電圧は、飽和電離電流となるように設定する。
 - 3 通気型電離箱の検出下限濃度は、電離箱の容積に依存する。
 - 4 捕集用ガス容器を用いた直接捕集法による測定では、ガス容器は原則として容積 1000 cm^3 以上のものを用いる。
- 5 端窓型 GM 計数管を使用したサンプラ型ガスモニタは、 γ 線放出核種の測定に適している。

(終り)