

作業環境測定士試験
(放射線物質)

受験番号	
------	--

問 1 次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 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 における線量として定義される。
- 2 X線による皮膚の等価線量の算定には 1 cm 線量当量を用いる。
- 3 実効線量は、人体の臓器・組織の等価線量に組織加重係数をかけたものの和として定義される。
- 4 吸収線量とは、直接または二次荷電粒子を介して間接的に、単位質量の物質に付与されたエネルギーである。
- 5 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次荷電粒子の総運動エネルギー量である。

問 2 放射線に関連した量①とその単位②との次の組合せのうち、正しいものはどれか。

- | ① | ② |
|---|---|
|---|---|

問 3 次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 原子番号は、原子核を構成する陽子の数と同じである。
- 2 原子番号が30以上の安定した原子核では、中性子の数は陽子の数よりも多い。
- 3 α 線は、原子核から放出されるヘリウムの原子核で、放出した原子の原子番号は2つ減少する。
- 4 β 線は、原子核から放出される電子または陽電子であり、放出した原子核の質量数は1つ減少する。
- 5 γ 線は、原子核の励起状態の遷移に伴って放出される光子であり、放出後に原子番号は変化しない。

問 4 γ 線エネルギー分析に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

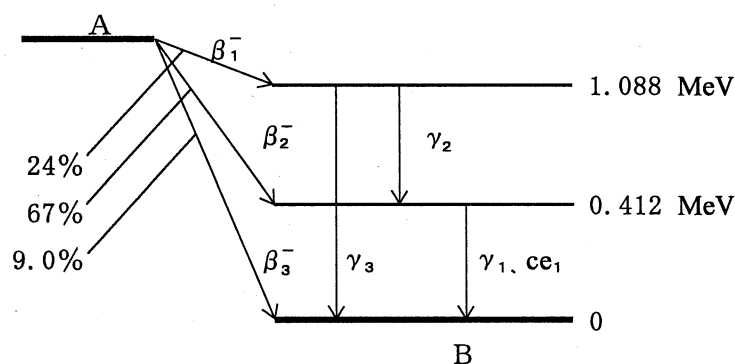
- 1 Ge半導体検出器は、NaI(Tl)シンチレーション検出器よりもエネルギー分解能が高い。
- 2 コンプトンエッジとは、検出器内で散乱されて検出器外へ逃げてしまう γ 線のうち、散乱角度が 180° の場合に得られるコンプトン連続分布の端をいう。
- 3 γ 線は、光電効果において、その全エネルギーを失う。
- 4 γ 線検出器周辺の物質が異なると、コンプトン連続分布のスペクトルが変化する可能性がある。
- 5 ^{137}Cs からの γ 線により、電子対生成を生ずる。

問 5 次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 高エネルギー β 線を遮へいする場合、制動X線の発生にも留意する必要がある。
- 2 γ 線のエネルギーは、X線のエネルギーより大きい。
- 3 ベリリウムに α 線が当たると、中性子が計測される場合がある。
- 4 ウランやトリウムを含む材料の表面では、崩壊系列核種からの α 線が検出される場合がある。
- 5 ^{137}Cs は、 γ 線だけではなく、 β 線も放出する。

問 6 次の崩壊様式をもつ放射性核種から放出される 0.676 MeV の γ 線 (γ_2) の数が毎秒 4.0×10^2 であるとき、その核種の放射能の正しい値に最も近いものは下のうちどれか。

ただし、記号 ce_1 は内部転換電子であり、 γ_2 と γ_3 の放出率は等しいものとする。



- 1 $4.0 \times 10^2 \text{ Bq}$
- 2 $6.0 \times 10^2 \text{ Bq}$
- 3 $1.7 \times 10^3 \text{ Bq}$
- 4 $3.3 \times 10^3 \text{ Bq}$
- 5 $4.4 \times 10^3 \text{ Bq}$

問 7 サーベイメータに関する次の記述の①、②、③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。

「サーベイメータは、片手で持てる程度の小型の放射線測定器で、検出器には測定対象となる放射線とその線量率に応じて様々な種類が作られている。 α 線の測定には、薄窓のガスフロー比例計数管や ①、 β 線には、プラスチックシンチレータや端窓型の ②、 γ 線には電離箱、 ③、 ④などが用いられている。」

- | | ① | ② | ③ |
|-------------------------|------------|------------|------------|
| <input type="radio"/> 1 | ZnS(Ag)検出器 | GM計数管 | NaI(Tl)検出器 |
| 2 | GM計数管 | ZnS(Ag)検出器 | NaI(Tl)検出器 |
| 3 | NaI(Tl)検出器 | GM計数管 | ZnS(Ag)検出器 |
| 4 | ZnS(Ag)検出器 | NaI(Tl)検出器 | GM計数管 |
| 5 | NaI(Tl)検出器 | ZnS(Ag)検出器 | GM計数管 |

問 8 放射能測定において、計数効率 25%、バックグラウンド計数率 30 min^{-1} 、試料およびバックグラウンドの測定時間は10分とする。この測定における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、検出下限計数率は $3\sqrt{2}\sigma$ で表し、 σ はバックグラウンド計数率の標準偏差である。

- 1 0.12 Bq
- 2 0.16 Bq
- 3 0.49 Bq
- 4 0.85 Bq
- 5 1.6 Bq

問 9 放射能測定において、2.0時間の測定で720カウントの計数を得た。このとき、計数率 (s^{-1}) の標準偏差の値に最も近いものは次のうちどれか。

- 1 0.32 s^{-1}
- 2 0.22 s^{-1}
- 3 $1.0 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$
- 4 $7.4 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$
- 5 $3.7 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$

問 10 α 線測定に関する次の記述の①、②、③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。

「 α 核種の付着した粒子がろ紙の内部に捕集されると ① によって α 線の ② が生じるので、捕集には表面捕集率の高いろ紙を使用することが望ましい。ろ紙に捕集した α 核種の同定と定量のために、表面障壁型Si半導体検出器でスペクトル分析をする場合、 ③ の違いによって、ラドンおよびトロン崩壊生成物の影響を除くことができる。」

- | | ① | ② | ③ |
|-------------------------|------|------|-------|
| 1 | 検出感度 | 偽計数 | エネルギー |
| 2 | 静電気 | 反射作用 | エネルギー |
| <input type="radio"/> 3 | 自己吸収 | 計数損失 | エネルギー |
| 4 | 自己吸収 | 計数損失 | 計数率 |
| 5 | 静電気 | 偽計数 | 計数率 |

問 1 1 γ 線の内部転換に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 内部転換は、 γ 線のエネルギーに相当するエネルギーを軌道電子に与える現象である。
- 2 内部転換により放出される電子のエネルギーは、線スペクトルになる。
- 3 内部転換により放出される電子のエネルギーは、 γ 線のエネルギーと等しい。
- 4 内部転換によりK殻から放出される電子のエネルギーは、L殻から放出される電子のエネルギーより小さい。
- 5 β 線測定において、内部転換により放出される電子は、放射能の過大評価を与えることがある。

問 1 2 γ 線核種のスペクトル分析に、関係しないものは次のうちどれか。

- 1 エネルギー校正
- 2 ベースライン面積の差し引き
- 3 計数効率の評価
- 4 サムピーク補正
- 5 プラト特性の評価

問 1 3 液体シンチレーション検出器を用いた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 試料をシンチレータ溶液と均一になるように溶解させる。
- 2 試料の化学成分および濃度は、計数効率に影響しない。
- 3 ^{14}C の標準線源を用いて他の β 核種の放射能を求めることがある。
- 4 水溶液試料の放射能測定は、乳化剤を含む液体シンチレータを用いて行われる。
- 5 化学発光は、放射能の過大評価をもたらす。

問 1 4 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 捕集用ガス容器を用いる直接捕集法は、ガス状の放射性物質に対してのみ適用できる。
- 2 ろ過捕集方法に用いるろ紙は、 $0.3\ \mu\text{m}$ の粒子を95%以上捕集する能力が求められる。
- 3 ろ過式ダストサンプラは、捕集用ろ紙を装着する捕集部と空気試料吸引部とから構成され、流量計と圧力計を備えている。
- 4 放射性ヨウ素の捕集には、活性炭含浸ろ紙、活性炭カートリッジなどが用いられる。
- 5 表面捕集率とは、50 keVのエネルギーの β 線飛程以内のろ紙表面に捕集される粉じんの、全捕集量に対する割合である。

問 1 5 環境空気中の放射性物質④とその捕集材または捕集器具⑤との次の組合せのうち、誤っているものはどれか。

	④	⑤
<input type="radio"/> 1	UO_2	水バブラー
2	$^{54}\text{MnO}_2$	セルローズ・ガラス系ろ紙
3	$\text{CH}_3\ ^{131}\text{I}$	活性炭素繊維フィルタ
4	^{133}Xe	ガス捕集用電離箱
5	HTO	コールドトラップ

問 1 6 環境空気中の放射性物質の、バブラーを用いた捕集において、その放射性物質の濃度限度の10分の1の濃度を定量するために必要な最小限の試料空気量として、正しい値に最も近いものは次のうちどれか。

ただし、その放射性物質の濃度限度は $7 \times 10^{-1}\ \text{Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$ 、試料水計測器の検出下限濃度は $3 \times 10^{-1}\ \text{Bq}\cdot\text{g}^{-1}$ 、バブラーに用いた捕集水量は 50 g、バブラーの捕集効率は 100%とする。

- 1 $2 \times 10^{-1}\ \text{L}$
- 2 $2 \times 10^0\ \text{L}$
- 3 $2 \times 10^1\ \text{L}$
- 4 $5 \times 10^2\ \text{L}$
- 5 $2 \times 10^3\ \text{L}$

問 17 環境空気中のトリチウムの濃度測定方法に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 ガス捕集用電離箱では、他の放射性ガスとの分離測定が可能である。
- 2 通気型電離箱式モニターでは、他の放射性ガスとの分離測定は困難である。
- 3 液体捕集法では、他の放射性ガスとの分離測定が可能である。
- 4 冷却凝縮捕集法では、他の放射性ガスとの分離測定は困難である。
- 5 固体捕集法は、1 か月程度の連続サンプリングに適している。

問 18 環境空気中の放射能濃度を測定するため、捕集効率 95% の捕集材を用いて試料空気を 40 時間採取した。この試料の放射能を測定したところ、 1.2×10^3 Bq であった。

環境空気中の放射能濃度として、正しい値に最も近いものは次のうちどれか。

ただし、試料空気の吸引流量は $80 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ 、流量計の補正係数は 0.85 とする。

- 1 $5.0 \times 10^{-6} \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-3}$
- 2 $5.6 \times 10^{-6} \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-3}$
- 3 $7.0 \times 10^{-6} \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-3}$
- 4 $7.7 \times 10^{-6} \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-3}$
- 5 $4.6 \times 10^{-4} \text{ Bq} \cdot \text{cm}^{-3}$

問 19 作業環境空気中の放射性物質測定において、試料採取方法に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 ゼネラルサンプリングは、放射性物質取扱室全体についての空気汚染発生源の位置を確認するために行う。
- 2 セントラルサンプリングは、放射性物質取扱室が多数ある場合、各室の試料空気をサンプリング配管を通して一箇所に集めて採取する。
- 3 ローカルサンプリングは、局所的に発生する空気汚染の検出および室内の空気中放射性物質の濃度分布を知ることが目的とする。
- 4 スポットサンプリングは、空気汚染が発生するおそれのある特定の作業を行う際に、その汚染発生源に着目して実施する。
- 5 パーソナルサンプリングは、作業者が吸入する空気中の濃度を知るため、携帯用の個人サンプラを用いて、作業者の呼吸域から採取する。

問 20 ガス捕集用電離箱において次の記述の①から④までの に入る用語の組合せとして、正しいものは下のうちどれか。

「電離効率は、電離箱の大きさによって ①。α線の電離効率は、β線のそれより ②。電離箱に飽和電離電流を与えるような ③ を印加 ④。」

- | | ① | ② | ③ | ④ |
|-----|-------|----|----|-----|
| 1 | 変わる | 低い | 電圧 | しない |
| ○ 2 | 変わる | 高い | 電圧 | する |
| 3 | 変わらない | 低い | 電流 | しない |
| 4 | 変わらない | 高い | 電流 | する |
| 5 | 変わらない | 低い | 電圧 | する |