

平成16年度第1回作業環境測定士試験
(放射線物質)

受験番号	
------	--

問 1 放射性壊変に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 放射能は、放射性核種の個数と壊変定数との積として表わされる。
- 2 放射能が1ベクレルの線源は、毎秒1個の放射線を放出する。
- 3 半減期は、壊変定数に逆比例する。
- 4 半減期の10倍の時間経過により、放射能はおよそ1/1000に減衰する。
- 5 平均寿命は、半減期より長い。

問 4 次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 X線は線よりもエネルギーが低い。
- 2 粒子は、 ^4He 原子核である。
- 3 特性X線は、軌道電子の転移により生じる。
- 4 陽電子が消滅すると、エネルギーが約0.51 MeVの光子が生じる。
- 5 線のエネルギースペクトルは、連続スペクトルである。

問 2 次の放射線に関連した物理量について、カッコ内にした単位が誤っているものはどれか。

- 1 カ - マ [Sv]
- 2 壊 変 定 数 [s^{-1}]
- 3 質 量 減 衰 係 数 [$\text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$]
- 4 粒 子 フ ル エ ン ス 率 [$\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$]
- 5 吸 収 線 量 [Gy]

問 5 次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 エネルギーが5.5 MeVの線の空気中における飛程は、約4 cmである。
- 2 線に対する空気中の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 デルタ()線は、電離作用をもつ二次電子である。
- 4 エネルギーが1 MeVの線は、水との相互作用では主に光電効果によりエネルギーを失う。
- 5 エネルギーが1 MeVの中性子線は、水との相互作用では主に弾性散乱によりエネルギーを失う。

問 3 原子または原子核に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 質量数は、原子核を構成する陽子と中性子の個数の合計に等しい。
- 2 質量数が大きな安定な原子核では、陽子数は中性子数より多い。
- 3 原子番号は、原子核を構成する陽子の数と同じである。
- 4 原子番号が高い原子の原子核では、一般に中性子数は陽子数より多い。
- 5 質量数と原子番号はともに同じであるが、原子核のエネルギー状態が異なるものを核異性体という。

問 6 次の記述のイ、ロ、ハの□に入る核種の組合せとして、正しいものは下のうちどれか。

「自然環境の空気に含まれる放射性核種のうち、□イ□はガス状であり、空気中で粒子状となる□ロ□などの娘核種を生成する。これらは地殻中にある□ハ□を親核種とする壊変系列の核種として知られている。」

	イ	ロ	ハ
1	^3H	^{40}K	^{232}Th
2	^{14}C	^{212}Pb	^{232}Th
3	^{220}Rn	^{214}Pb	^{232}Th
4	^{222}Rn	^{214}Pb	^{238}U
5	^{222}Rn	^{212}Pb	^{235}U

問 7 線スペクトロメトリーにより ^{137}Cs 試料 (0.662 MeV 線を放出) の放射能を測定したところ、ピーク面積は毎秒40カウントであった。

この試料の放射能として、正しい値に最も近いものは次のうちどれか。

ただし、 ^{137}Cs の線放出の割合は 84.6%、効率曲線から得られる 0.662 MeV 線に対するピーク効率は 0.025 とする。

- 1 1350 Bq
- 2 1520 Bq
- 3 1890 Bq
- 4 2150 Bq
- 5 2350 Bq

問 8 放射能測定において、試料とバックグラウンドとの測定に費やす全測定時間が一定である場合、求める正味計数率の測定精度が最良になるための、最適な測定時間の配分を示す式は、次のうちどれか。

ただし、 t_1 = 試料測定時間

t_2 = バックグラウンド測定時間

n_1 = 試料計数率

n_2 = バックグラウンド計数率

とする。

- 1 $\frac{t_1}{t_2} = \frac{n_1}{n_2}$
- 2 $\frac{t_1}{t_2} = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$
- 3 $\frac{t_1}{t_2} = \frac{n_1 + n_2}{n_2}$
- 4 $\frac{t_1}{t_2} = \frac{\sqrt{n_1}}{\sqrt{n_2}}$
- 5 $\frac{t_1}{t_2} = \frac{\sqrt{n_1 + n_2}}{\sqrt{n_2}}$

問 9 次の記述の に入る数値として、正しい値に最も近いものは下のうちどれか。

「バックグラウンド計数率が 10 cps の計測器を用いて試料の放射能を測定する際、試料およびバックグラウンドをそれぞれ20分間計測するとすれば、最低検出可能放射能は約 ベクレルである。

ただし、計測器の計数効率は 10% であり、検出下限計数率 n_{\min} は、 $n_{\min} = 3.2$ で与えられるものとする。ここでは、バックグラウンド計数率の標準偏差である。」

- 1 4
- 2 6
- 3 8
- 4 10
- 5 12

問 10 単一の端窓型 GM 計数管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 核種の種類は、アルミニウム吸収板セットを用いて推定することができる。
- 2 計数効率は、50% を超えることはない。
- 3 低エネルギーのベータ線に対する計数効率は低い。
- 4 計数効率は、同一核種またはエネルギーが類似する核種の標準線源を用いて求める。
- 5 低レベルの放射能であっても、数え落しの補正を必要とする。

問 1 1 線スペクトロメータのエネルギー校正用線源として、
適当な核種のみを組合せは次のうちどれか。

- | | | |
|---|-------------------|-------------------|
| 1 | ^{90}Sr | ^{137}Cs |
| 2 | ^{22}Na | ^{60}Co |
| 3 | ^{32}P | ^{131}I |
| 4 | ^{57}Co | ^{204}Tl |
| 5 | ^{210}Pb | ^{210}Po |

問 1 2 液体シンチレーション計数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 水溶液試料の放射能測定には乳化剤を含む液体シンチレータを用いる。
- 2 試料の化学成分の濃度および種類は計数効率に影響する。
- 3 試料の着色は計数効率を低下させる原因になる。
- 4 液体シンチレータは P P O などの蛍光物質の粉末をアセトン等の有機溶媒に溶解させて調製される。
- 5 ^3H に対する計数効率は、同一試料における ^{14}C に対するそれよりも低い。

問 1 3 放射性核種 A とその放射能を測定するための放射線検出器 B との次の組合せのうち、不適当なものはどれか。

- | | A | B |
|---|-------------------|---------------------|
| 1 | ^{24}Na | Ge 半導体検出器 |
| 2 | ^{35}S | ガスフロー計数管 |
| 3 | ^{85}Kr | ガス捕集用電離箱 |
| 4 | ^3H | ZnS(Ag) シンチレーション検出器 |
| 5 | ^{239}Pu | Si 半導体検出器 |

問 1 4 環境空気中のトリチウム化水蒸気のパプラーを用いた液体捕集法による測定において、トリチウム化水蒸気の濃度限度の 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下のうちどれか。

ただし、トリチウム化水蒸気の濃度限度は $8 \times 10^{-1} \text{ Bq/cm}^3$ 、捕集水に対する計測器の検出下限濃度は 5 Bq/cm^3 、捕集水量は 30 cm^3 、パプラーの水蒸気捕集効率は 100% とする。

- 1 2 リットル
- 2 20 リットル
- 3 50 リットル
- 4 200 リットル
- 5 500 リットル

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

- | | A | B |
|---|------------------------------|--------------|
| 1 | PuO_2 | ガラス繊維系ろ紙 |
| 2 | ^{133}Xe | 水パプラー |
| 3 | $^{60}\text{Co}_2\text{O}_3$ | セルローズ・ガラス系ろ紙 |
| 4 | $\text{H}^{131}\text{I O}_4$ | 活性炭カートリッジ |
| 5 | H T O | シリカゲル |

問 1 6 環境空気中の放射能濃度を測定するため、捕集効率 75%の捕集材を用いて試料空気 500 リットル を採取した。

この捕集材を計数効率が 0.3 cps/Bq の計測器で10分間測定したところ、3500カウントの計数が得られた。

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、計測器の自然計数は毎分20カウントとする。

- 1 4.4×10^{-6} Bq/cm³
- 2 2.8×10^{-5} Bq/cm³
- 3 4.9×10^{-5} Bq/cm³
- 4 2.9×10^{-3} Bq/cm³
- 5 3.1×10^{-2} Bq/cm³

問 1 7 ガス捕集用電離箱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 トリチウムガスは放射性アルゴンよりも電離箱内壁の放射能汚染を生じやすい。
- 2 試料空気に含まれる水分とダストは、電離電流測定の精度に影響する。
- 3 線に対する電離効率は、線に対するものより高い。
- 4 電離効率は電離箱の大きさによって変わる。
- 5 電離箱に飽和電離電流が生じるような電圧を印加しない方がよい。

問 1 8 次のイからニまでの環境空気中の放射能濃度の測定のうち、試料採取時の捕集効率を求めておく必要のないもののみの組合せは下のうちどれか。

- イ 固体捕集法による放射性ヨウ素濃度の測定
 ロ 冷却凝縮捕集法によるトリチウム化水蒸気濃度の測定
 ハ ろ過捕集法による粒径 0.3 μm 以下の粒子の放射性ニッケル濃度の測定
 ニ 直接捕集法による放射性キセノン濃度の測定

- 1 イ ロ
- 2 イ ハ
- 3 ロ ハ
- 4 ロ ニ
- 5 ハ ニ

問 1 9 空気中の放射能濃度を測定するときの試料採取に関する次の記述のうち、正しいもののみの組合せはどれか。

- イ 活性炭含浸ろ紙の捕集効率は、一般に有機ヨウ素に対するよりも無機ヨウ素に対する方が高い。
 ロ 試料の採取に活性炭カートリッジを用いるときは、下流側に粒子捕集用ろ紙を置く必要がある。
 ハ 吸引する試料空気量は、検出下限濃度が濃度限度の1/10を超えないように決める。
 ニ 試料採取点の高さは、作業に支障のない高さで床上 2 m 以上とする。

- 1 イ ロ
- 2 イ ハ
- 3 ロ ハ
- 4 ロ ニ
- 5 ハ ニ

問 2 0 環境空気中のトリチウム化水蒸気濃度を測定するため、冷却凝縮捕集法により試料水を採取した。

この時の気温は 30 °C、湿度は 80%であった。

試料水 0.50 ミリリットル 中のトリチウム放射能は 25 Bq であった。

環境空気中のトリチウム化水蒸気濃度として、正しい値に最も近いものは次のうちどれか。

ただし、30 °Cにおける飽和水蒸気密度は 3.0×10^{-5} g/cm³ とする。

- 1 1.2×10^{-3} Bq/cm³
- 2 2.4×10^{-3} Bq/cm³
- 3 1.2×10^{-2} Bq/cm³
- 4 2.4×10^{-2} Bq/cm³
- 5 3.0×10^{-2} Bq/cm³