

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 実効線量は、人体の臓器・組織の等価線量に放射線加重係数を乗じたものの和として定義される。
- 2 眼の水晶体の等価線量の算定は、放射線の種類及びエネルギーに応じて、1 cm 線量当量又は 70 μm 線量当量のうちいずれか適切なものによって行う。
- 3 男性の放射線業務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。
- 4 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 における線量当量として定義される。
- 5 誘導空気中濃度 (DAC) とは、年摂取限度を標準的な放射線業務従事者の年間作業時呼吸量で割った値である。

問 2 次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 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。
- 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 照射線量は、放射線の照射により物質の単位質量当たりに吸収されたエネルギーで、単位は $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$ 又は Gy である。
- 4 放射能は、物質中の原子核が単位時間当たりに壊変する数で、単位は Bq である。
- 5 作業環境測定等に用いる 1 cm 線量当量率を表す単位は、 $\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ である。

問 3 次の核種のうち、半減期が最も長いものはどれか。

- 1 ${}^3\text{H}$
- 2 ${}^{14}\text{C}$
- 3 ${}^{90}\text{Sr}$
- 4 ${}^{137}\text{Cs}$
- 5 ${}^{222}\text{Rn}$

問 4 放射線に関する次の記述の①から④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。

「Ge 半導体検出器は、高いエネルギー分解能を有し、 ${}^{60}\text{Co}$ からの ① γ 線に対する分解能は ② 前後である。そのため、核種の定性分析能力は極めて優れている。

定量分析において Ge 半導体検出器は、入射する γ 線のエネルギーに従って検出効率が大きく変化することから、効率校正が不可欠である。

試料測定時、複数の γ 線が同時偶発的に検出器有感部に入射すると、その γ 線エネルギーの総和に相当する位置に ③ が観測されることがあり、定性・定量分析ではその補正が重要である。」

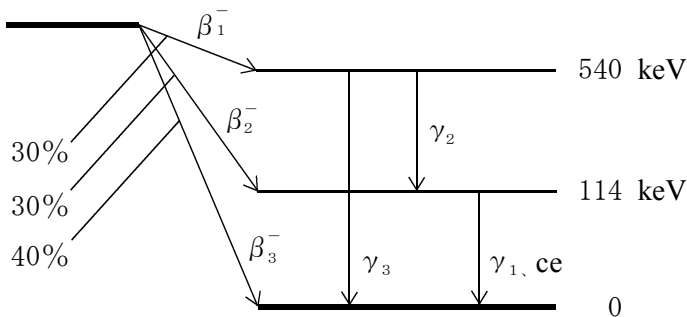
- | | ① | ② | ③ |
|-----|----------|-------|----------|
| 1 | 662 keV | 3 eV | エスケープピーク |
| 2 | 662 keV | 2 keV | サムピーク |
| 3 | 1.33 MeV | 6.5% | コンプトン散乱 |
| 4 | 662 keV | 6.5% | コンプトン散乱 |
| ○ 5 | 1.33 MeV | 2 keV | サムピーク |

問 5 次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 ^{90}Sr の壊変核種である ^{90}Y からの β 線の空気中における最大飛程は 5 m を超える。
 - 2 ^{137}Cs は β 崩壊により ^{137}Ba の励起状態に変わり、662 keV の γ 線を放出する。
 - 3 α 線などの高速の荷電粒子が物質を電離する際には、二次電子を発生させる。
 - 4 α 粒子は人体組織中で数十 μm 程度の飛程を持つが、この距離で全エネルギーを失うことから比電離は大きい。
- 5 熱中性子線に対しては、水よりも鉄の方が遮へい効果大きい。

問 6 次の崩壊様式をもつ放射性核種から放出される 114 keV 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に最も近いものは、下のうちどれか。

ただし、励起レベル 540 keV からの γ 線の放出については $\gamma_2 : \gamma_3 = 2 : 1$ とし、114 keV からの内部転換電子 (ce) の放出率は 20% であるとする。



- 1 6.0×10^2 Bq
 - 2 6.3×10^2 Bq
- 3 7.5×10^2 Bq
- 4 1.0×10^3 Bq
 - 5 1.3×10^3 Bq

問 7 シンチレーション検出器①とこれらを用いて測定する放射線の種類②の次の組合せのうち、誤っているものはどれか。

	①	②
	1 液体シンチレーション検出器	β 線
	2 プラスチックシンチレーション検出器	β 線
○	3 NaI(Tl)シンチレーション検出器	α 線
	4 ZnS(Ag)シンチレーション検出器	α 線
	5 CsI(Tl)シンチレーション検出器	γ 線

問 8 試料測定時間とバックグラウンド測定時間の和が3,000秒であるとき、正味の計数率の精度が最良となるバックグラウンド測定時間を正しく表しているものは次のうちどれか。

ただし、試料の計数率は 40 s^{-1} であり、バックグラウンドの計数率は 10 s^{-1} である。

- 1 500 秒
- 2 1,000 秒
- 3 1,500 秒
- 4 2,000 秒
- 5 2,500 秒

問 9 放射能測定において、試料の1,000秒間測定で3,600カウント、バックグラウンドの3,000秒間測定で900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 0.02 s⁻¹
- 2 0.03 s⁻¹
- 3 0.04 s⁻¹
- 4 0.06 s⁻¹
- 5 0.10 s⁻¹

問 10 α線ダストモニタリングに関する次の記述の①から⑤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線ダストモニタリングでは、粒子のもぐり込みを避けるため、ろ紙を用いる。使用する検出器は、全α線放射能計測の場合は 、核種同定を行う場合は を用いることが一般的である。また、短半減期の 壊変核種による影響を避ける必要がある場合には、サンプリング後、4時間以上を経てから計測を行う。」

- | | ① | ② | ③ | ④ |
|-----|---------------------------|--------------------|-----------|------------------|
| 1 | 撥水性 <small>はっ</small> の高い | 比例計数管 | Ge 半導体検出器 | ラドン・トロン |
| 2 | 表面捕集性能の良い | 比例計数管 | Ge 半導体検出器 | ¹³¹ I |
| 3 | 撥水性の高い | 比例計数管 | Si 半導体検出器 | ラドン・トロン |
| ○ 4 | 表面捕集性能の良い | ZnS(Ag)シンチレーション検出器 | Si 半導体検出器 | ラドン・トロン |
| 5 | 撥水性の高い | ZnS(Ag)シンチレーション検出器 | Si 半導体検出器 | ¹³¹ I |

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

- 1 Si 半導体検出器
- 2 Ge 半導体検出器
- 3 液体シンチレーション検出器
- 4 ガスフロー比例計数管
- 5 端窓型 GM 計数管

問 1 2 ろ紙表面に捕集された γ 核種の測定に必要とされないものは、次のうちどれか。

- 1 放射能減衰の補正
- 2 バックグラウンド計数の補正
- 3 自己吸収の補正
- 4 試料形状による計数効率の決定
- 5 検出器及び試料の遮へい

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 水溶液試料の放射能測定は、乳化剤を加えた有機シンチレータ溶液に試料を乳化させて行う。
- 2 ^3H 及び ^{14}C の測定では β 線スペクトルを複数のエネルギー領域に分けて測定し、試料の計数効率を求めることができる。
- 3 外部 γ 線標準線源を用いて試料の計数効率を求めることができる。
- 4 一般に、高エネルギー β 線よりも低エネルギー β 線に対して計数効率が高い。
- 5 試料の化学成分は計数効率に影響する。

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の測定では、シリカゲルが吸着剤として用いられる。
 - 2 ろ過捕集法に用いるろ紙には、 $0.3 \mu\text{m}$ 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 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。
- 4 表面捕集率とは、測定対象となる β 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 取り扱う核種が明らかで、かつ、複数の場合における放射能濃度の評価は、濃度限度が最も厳しい核種が全放射能を占めるとしてよい。

問 1 5 作業環境空気中の放射性物質①、その捕集材又は捕集器具②及び検出器又は計測器③の④から⑥の組合せのうち、適切なものみの組合せは下のうちどれか。

	①	②	③
④	^{41}Ar	ガス捕集用電離箱	振動容量電位計
⑤	$^{14}\text{CO}_2$	バブラー	端窓型 GM 計数管
⑥	$\text{CH}_3^{131}\text{I}$	シリカゲル	ZnS(Ag)シンチレーション検出器
⑦	$^{239}\text{PuO}_2$	セルローズ・ガラス系ろ紙	Si 半導体検出器

- 1 ④ ⑤
- 2 ④ ⑦
- 3 ⑤ ⑥
- 4 ⑤ ⑦
- 5 ⑥ ⑦

問 1 6 作業環境空気中の放射性物質を、水バブラーを用いて168時間採取したとき、環境空気中の放射性物質の濃度は $5.0 \times 10^{-5} \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$ であった。

このときの吸引流量は $0.7 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ 、水バブラーに用いた捕集水量は 90 cm^3 、水バブラーの捕集効率は 95%とすると、水バブラーの試料水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。

- 1 $6.2 \times 10^{-2} \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$
- 2 $3.7 \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$
- 3 $7.6 \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$
- 4 $8.4 \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$
- 5 $3.2 \times 10^4 \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$

問 1 7 作業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、濃度限度程度の濃度を適時チェックすることができる。
- 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捕集が可能である。
- 4 冷却凝縮捕集法では、他の放射性ガスとの分離捕集が可能である。
- 5 固体捕集法では、他の放射性ガスとの分離捕集は困難である。

問 1 8 放射性物質を取り扱う作業場において、空気中の放射能濃度が、取扱い核種の濃度限度の100分の1を超えないように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 $7.0 \times 10^{-6} \text{ Bq}\cdot\text{cm}^{-3}$ 、測定装置の計数効率は 35%、使用する捕集材の捕集効率は 100%、捕集時間は 8 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 $85 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ 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 0.02 s^{-1}
- 2 1.1 s^{-1}
- 3 2.2 s^{-1}
- 4 8.9 s^{-1}
- 5 18 s^{-1}

問 1 9 作業環境における放射性物質の試料採取と測定に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1 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、サンプリング配管を通じて各室の空気を 1 箇所に集めて採取する方式である。
- 2 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及び室内の空气中放射性物質の濃度分布を知ることがを目的とする。
- 3 ゼネラルサンプリングは、放射性物質取扱室全体の空气中放射能濃度からその発生源を特定するために行うものである。
- 4 パーソナルサンプリングは、作業者が吸入する空气中的濃度を知るため、作業者の呼吸域の高さで、携帯型の個人サンプラでモニタする。
- 5 表面汚染測定における、ろ紙によるふき取り面積は $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ 程度が基本であるが、低レベルの汚染を見つけるためには、より広い面積をふき取るのが効果的である。

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、適切でないものはどれか。

- 1 ガス捕集用電離箱において、 α 線の電離効率は、 β 線の電離効率より高い。
- 2 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。
- 3 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。
- 4 端窓型 GM 計数管を使用したサンブラ型ガスモニタは、 γ 線放出核種の測定に適している。
- 5 捕集用ガス容器を用いた直接捕集方法による測定では、ガス容器は原則として容積 $1,000 \text{ cm}^3$ 以上のものを用いる。

(終り)