

令和2年度 放射線取扱主任者試験

正誤表

試験日 試験区分	令和2年12月28日(月)
	1時限目(10:00~11:50)
	第1種
課目	化学
板書事項	<p>5ページ 問13</p> <p>選択肢B</p> <p>(誤) . . . (<u>β^+</u>壊変)</p> <p>(正) . . . (<u>EC</u>壊変)</p>

化 学

化学のうち放射線に関する課目

試験が始まる前に、このページの記載事項をよく読んでください。裏面以降の試験問題は、指示があるまで見てはいけません。

1 試験時間：10:00～11:50（1 時間 50 分）

2 問題数：

五肢択一式 30 問（30 点）、多肢択一式 2 問（30 点）（60 点満点）（14 ページ）

3 注意事項：

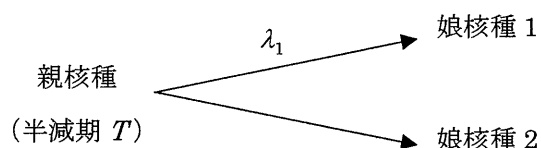
- ① 机の上に出してよいものは、受験票、鉛筆又はシャープペンシル（HB 又は B）、鉛筆削り、消しゴム、時計（計算機能・通信機能・辞書機能等の付いた時計は不可）に限ります。
- ② 計算機（電卓）、定規及び下敷きの使用は認めません。
- ③ 不正行為等を防止するため、携帯電話等の通信機器は、必ず、電源を切ってカバン等の中にしまってください。
- ④ 問題用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁又は解答用紙の汚れなどに気付いた場合は、手を挙げて試験監督員に知らせてください。なお、試験問題の内容に関する質問にはお答えできません。
- ⑤ 試験終了の合図があったら、ただちに筆記用具を置いてください。
なお、試験監督員が解答用紙を集め終わるまで、席を離れてはいけません。
- ⑥ 問題用紙は持ち帰って結構です。
- ⑦ 不正行為を行った者は、受験資格を失ったものとみなし、試験室からの退出を命じます。また、試験終了後に不正行為を行ったことが発覚した場合、試験実施時にさかのぼり受験資格を失ったものとみなします。

4 解答用紙（マークシート）の取扱いについて：

- ① 解答用紙を折り曲げたり汚したりしないでください。また、記入欄以外の余白には、何も記入しないでください。
- ② 筆記用具は、鉛筆又はシャープペンシル（HB 又は B）を使用してください。また、記入を訂正する場合は、消しゴムできれいに消してください。
- ③ 解答用紙の所定の欄に氏名・受験地・受験番号を忘れずに記入してください。特に、受験番号は受験票と照合して間違えないよう記入してください。
- ④ 解答は、1 つの問いに対して、1 つだけ選択（マーク）してください。2 つ以上選択している場合は、採点されません。

次の問 1 から問 30 について、5 つの選択肢のうち適切な答えを 1 つだけ 選び、また、問 31、問 32 の文章の の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを 1 つだけ 選び、注意事項に従って解答用紙に記入せよ。

問 1 半減期が T の親核種が、娘核種 1 と娘核種 2 に分岐壊変する。娘核種 1 への部分壊変定数が λ_1 であるとき、娘核種 2 への壊変の部分半減期を表す式は次のうちどれか。



- 1 $\frac{\ln 2 - \lambda_1 T}{\lambda_1}$ 2 $\frac{1 - \lambda_1 T}{\lambda_1 \ln 2}$ 3 $\frac{T \ln 2}{\ln 2 - \lambda_1 T}$ 4 $\frac{T}{\lambda_1 T - \ln 2}$ 5 $\frac{\ln 2 - \lambda_1 T}{\lambda_1 \ln 2}$

問 2 調製時に放射能が 200 MBq であった ^{68}Ge (半減期 271 日) 線源がある。現在の ^{68}Ga (半減期 68 分) の放射能を測定したところ 0.20 MBq になっていた。調製時から何年経過しているか。最も近い値は次のうちどれか。

- 1 0.13 2 1.4 3 5.5 4 7.4 5 10

問 3 核種 X (半減期 30 分) と核種 Y (半減期 60 分) の 2 種類の放射性核種がある。両核種の娘核種はいずれも安定核種である。はじめ ($t=0$) における核種 X と核種 Y の放射能の和は 12 kBq であったが、60 分後には 3.5 kBq となった。 $t=0$ における核種 X の放射能 [kBq] として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 2 2 4 3 6 4 8 5 10

問4 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。ただし、原子番号を Z 、中性子数を N とする。

- A 安定同位体では、 Z と N がともに偶数のものが最も多い。
- B Z が奇数で N が偶数の原子核が β^- 壊変すると、 Z と N とともに偶数の原子核になる。
- C Z と N の和が 8 となる安定同位体はない。
- D 単核種元素の Z は、すべて奇数である。
- E Z と N が等しい安定同位体のうち、 Z と N の和の最大値は 40 である。

- 1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACEのみ 4 BDEのみ 5 CDEのみ

問5 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 放射性核種の放射能とそれが属する元素の原子量との比を、その放射性核種の比放射能という。
- B 無担体の放射性核種は、その安定同位体を伴わない。
- C β 壊変する放射性核種の比放射能は、無担体のとき最大値となる。
- D 無担体の α 壊変する放射性核種の比放射能は、その半減期で減少する。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問6 ある溶液中の ^{33}P 濃度 [$\text{Bq}\cdot\text{mL}^{-1}$] を GM カウンタで測定するため、以下の操作を実施した。 ^{33}P 濃度 [$\text{Bq}\cdot\text{mL}^{-1}$] として最も近い値は、次のうちどれか。ただし、操作中の減衰は無視する。

操作A アルミニウム製の試料皿に溶液 0.100 mL をとり蒸発乾固した。

操作B GM カウンタのバックグラウンドを 100 分間測定した。4,000 カウントであった。

操作C 操作A で得た試料を 5 分間測定した。2,500 カウントであった。

操作D ^{33}P (1 kBq) の標準線源を試料と同じ位置で 10 分間測定した。10,000 カウントであった。

なお、操作Aでの試料の損失、操作B~Dでの測定における数え落としや自己吸収は無視する。

- 1 2.1×10^2 2 5.0×10^2 3 2.1×10^3 4 4.8×10^3 5 2.1×10^4

問7 ^{49}Ca (半減期8.7分)を(n, γ)反応を利用して製造する。次のように照射条件を変更すると、照射終了直後の ^{49}Ca の放射能が2倍以上増える組合せはどれか。ただし、記述以外の条件は同一とする。

- A 照射するCaの質量を0.1 gから1 gを増やす。
- B 照射する中性子フルエンス率を3倍に増やす。
- C 中性子フルエンス率を変えずに、熱外中性子束/熱中性子束の比を4倍に変える。
- D 照射時間を10分間から30分間に長くする。

1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問8 次の核反応のうち ^7Be を生成するものの組合せはどれか。

- A $^4\text{He}(\alpha, n)$
- B $^7\text{Li}(p, n)$
- C $^{10}\text{B}(n, \alpha)$
- D $^{12}\text{C}(\gamma, \alpha n)$

1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACDのみ 4 BCDのみ 5 ABCDすべて

問9 次の核種のうち、熱中性子による ^{235}U の核分裂で累積収率が5%以上で生成する核種の組合せはどれか。ただし、全収率を200%とする。

- A ^{60}Co
- B ^{90}Sr
- C ^{111}Ag
- D ^{129}I
- E ^{137}Cs

1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとE 5 DとE

問10 次の元素のうち、安定同位体が1種類のみのもので元素の組合せはどれか。

- A F
- B Na
- C Al
- D Sn

- 1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACDのみ 4 BCDのみ 5 ABCDすべて

問11 テクネチウムについての次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A モリブデンの同族元素である。
- B 水溶液中では TcO_4^- が安定である。
- C ^{99}Tc は ^{235}U の核分裂で生成する。
- D ^{99}Tc は γ 線スペクトロメトリーで同定できる。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問12 アクチノイドに関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 最も安定な酸化状態はいずれの元素についても3価である。
- B ^{238}U の比放射能は ^{232}Th の比放射能の約3倍である。
- C ^{238}U の中性子捕獲で生成した ^{239}U は ^{239}Np を経て、 ^{239}Pu となる。
- D ^{241}Am 線源からはPuの特性X線が放出される。
- E ^{252}Cf からの核分裂片を照射して、材料中の水の分布を調べることができる。

- 1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとE 5 DとE

問13 次の放射性核種のうち、壊変して安定核種が生成するものの組合せはどれか。ただし、()内は壊変様式を示す。

- A ^{27}Mg (β^- 壊変)
- B ^{59}Ni (β^+ 壊変)
- C $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (核異性体転移)
- D ^{127}Xe (EC壊変)
- E ^{241}Am (α 壊変)

- 1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACEのみ 4 BDEのみ 5 CDEのみ

問14 次の質量数順に並べられた核種のうち、放射性同位体、安定同位体、放射性同位体の順に並んでいるものの組合せはどれか。

- A ^{15}O ^{16}O ^{17}O
- B ^{36}Cl ^{37}Cl ^{38}Cl
- C ^{41}K ^{42}K ^{43}K
- D ^{45}Ca ^{46}Ca ^{47}Ca
- E ^{74}As ^{75}As ^{76}As

- 1 ABCのみ 2 ACEのみ 3 ADEのみ 4 BCDのみ 5 BDEのみ

問15 ウラン系列に属する核種に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 地下水では ^{238}U と ^{234}U の放射能は等しい。
- B ^{226}Ra を沈殿分離する際の担体としてはバリウムよりマグネシウムが適する。
- C 水中の ^{222}Rn はトルエンに抽出できる。
- D ^{210}Pb は湖底堆積物の堆積速度を求めることに利用される。
- E ウラン系列は必ず ^{210}Po の α 壊変を経て完結する。

- 1 AとD 2 AとE 3 BとC 4 BとE 5 CとD

問16 壊変系列を作る天然放射性核種に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A ウラン系列のはじめの核種から2回の α 壊変と2回の β^- 壊変を経て生成する核種は、トリウムの同位体である。
- B ネプツニウム系列には、 ^{237}Np より半減期の長い子孫核種がある。
- C トリウム系列は、安定核種 ^{204}Pb で終わる。
- D 半減期の最も長い鉛の放射性同位体は、ウラン系列に属する。

- 1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACDのみ 4 BCDのみ 5 ABCDすべて

問17 核医学における放射性核種の利用に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A SPECTでは、 γ 線をカスケードで放出する核種のみが用いられる。
- B PETでは、 β^+ 壊変核種が反対方向に放出する2個の陽電子を検出する。
- C 陽電子を放出する ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O 、 ^{18}F は加速器で製造される。
- D ラジオイムノアッセイは同位体希釈法の一つである。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問18 試料中の核種の原子数比が、数億年以上経過した岩石の年代測定に使われるものとして、正しいものは次のうちどれか。

- 1 ^{14}C の原子数と ^{12}C の原子数の比
- 2 ^{18}O の原子数と ^{16}O の原子数の比
- 3 ^{40}Ar の原子数と ^{40}K の原子数の比
- 4 ^{90}Sr の原子数と ^{86}Sr の原子数の比
- 5 ^{235}U の原子数と ^{206}Pb の原子数の比

問19 次の放射性同位元素で標識された気体のうち、水上置換法で捕集するのに適している気体として正しいものの組合せはどれか。

- A $[^3\text{H}]$ 水素
- B $[^{13}\text{N}]$ アンモニア
- C $[^{14}\text{C}]$ 一酸化炭素
- D $[^{15}\text{O}]$ 酸素
- E $[^{35}\text{S}]$ 二酸化硫黄

- 1 ABEのみ 2 ACDのみ 3 ADEのみ 4 BCDのみ 5 BCEのみ

問20 溶液中にイオンとして存在する放射性核種が溶液に浸した金属板表面に析出するのは、次のうちどれか。

	放射性核種	金属板
1	$^{45}\text{Ca}^{2+}$	Fe
2	$^{64}\text{Cu}^{2+}$	Zn
3	$^{40}\text{K}^+$	Al
4	$^{63}\text{Ni}^{2+}$	Ag
5	$^{113}\text{Sn}^{2+}$	Au

問21 次の化学操作のうち、放射性気体が発生するものの組合せはどれか。

- A $[^3\text{H}]\text{NH}_4\text{Cl}$ に水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- B $[^{14}\text{C}]\text{Na}_2\text{CO}_3$ に希硫酸を加える。
- C $[^{24}\text{Na}]$ 金属 Na にエタノールを加える。
- D $[^{38}\text{Cl}]\text{NaClO}$ に塩酸を加える。

- 1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACDのみ 4 BCDのみ 5 ABCDすべて

問 22 次のうち、水酸化鉄共沈法で鉄とともに共沈するイオンはどれか。

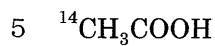
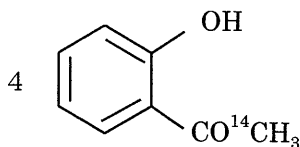
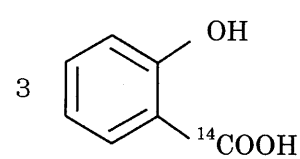
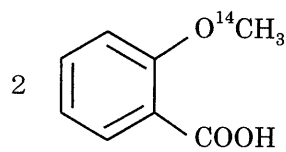
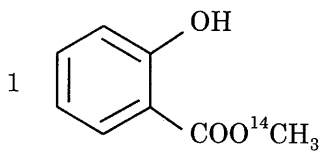
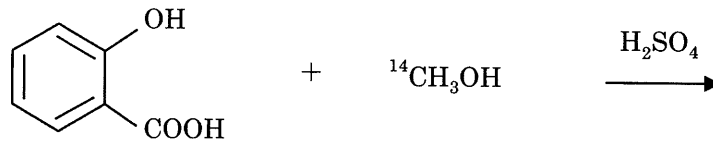
- A $^{90}\text{Sr}^{2+}$
- B $^{65}\text{Zn}^{2+}$
- C $^{137}\text{Cs}^+$
- D $^{32}\text{PO}_4^{3-}$
- E $^{35}\text{SO}_4^{2-}$

- 1 AとB 2 AとE 3 BとD 4 CとD 5 CとE

問 23 100 MBqの放射性ヨウ素($^{131}\text{I}_2$)を含む100 mLの水溶液がある。50 mLの有機溶媒を用いて抽出する際、1回の抽出で得られる $^{131}\text{I}_2$ の放射能[MBq]として最も近い値は次のうちどれか。ただし、その水溶液から有機溶媒への抽出の分配比は20とする。

- 1 88 2 91 3 95 4 98 5 99

問 24 サリチル酸に ^{14}C メタノールと濃硫酸を加える反応(下式)により生成する ^{14}C を含む化合物は次のうちどれか。



問25 液体シンチレーションカウンタによる測定に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A バックグラウンドを低くして測定するには、低カリガラスバイアルやポリエチレンバイアルなどが用いられる。
- B ^3H の比放射能が低い水試料の場合、前処理として電解濃縮法などにより ^3H の同位体濃縮を行うことがある。
- C クエンチングの補正法の1つに ^{137}Cs や ^{133}Ba などの γ 線源による外部標準法がある。
- D ^3H と ^{14}C は波高弁別により同時定量することはできない。

- 1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACDのみ 4 BCDのみ 5 ABCDすべて

問26 数種類の非放射性アミノ酸の混合溶液中のメチオニンを同位体希釈法で定量した。放射能が $1.5 \times 10^4 \text{ Bq}$ の ^{35}S メチオニン 30 mg を試料溶液に加えて、十分に攪拌して均一にした後、メチオニンの一部を分離して重量と放射能を測定したところ、それぞれ 10 mg、500 Bq であった。求めるメチオニンの重量[mg]に最も近い値は次のうちどれか。

- 1 90 2 150 3 210 4 270 5 330

問27 次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 リチウム化合物への中性子照射で生成する α 粒子で放射線治療が行われている。
- 2 Co(II) 化合物中の ^{57}Co はEC壊変で ^{57}Fe となるが、その酸化数は+2のままである。
- 3 コバルト化合物への熱中性子照射では、生成した ^{60}Co の結晶格子中の位置は変わらない。
- 4 $^{131\text{m}}\text{Xe}$ の中性原子から生成した ^{131}Xe には様々な電荷の陰イオンがみられる。
- 5 ウランを含む鉱物の生成年代を推定するのに、ウランの自発核分裂によるフィッシュントラックを用いることができる。

問 28 次の放射性同位元素、その利用方法または計測装置、および利用される放射線の関係のうち、正しいものの組合せはどれか。

	放射性同位元素	利用方法・計測装置	放射線
A	^{57}Co	メスバウアー分光装置	β 線
B	^{63}Ni	ECD ガスクロマトグラフ	β 線
C	^{90}Sr	タマネギの発芽防止	α 線
D	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	SPECT	γ 線
E	^{252}Cf	水分計	中性子線

1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACEのみ 4 BDEのみ 5 CDEのみ

問 29 次の放射線発生装置、加速粒子、および利用例として、正しいものの組合せはどれか。

	放射線発生装置	加速粒子	利用例
A	直線加速装置	電子	がん治療
B	コッククロフト・ワルトン型加速装置	重陽子	加速器質量分析
C	サイクロトロン	陽子	放射性核種の製造
D	ファン・デ・グラーフ型加速装置	重イオン	放射光源

1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問 30 ^{60}Co 線源からの γ 線をフリッケ線量計(酸素飽和した 10 g の硫酸鉄(II)水溶液)に 1 時間照射したところ、 1.3×10^{-5} mol の Fe(III) イオンが生成した。同条件で、セリウム線量計(20 g の硫酸セリウム(IV)水溶液)に照射するとき生成する Ce(III) イオンの物質量[mol]として最も近い値は、次のうちどれか。ただし、 Fe(III) イオン生成と Ce(III) イオン生成の G 値をそれぞれ 15.6 と 2.4 とする。

- 1 1×10^{-7} 2 1×10^{-6} 3 4×10^{-6} 4 4×10^{-5} 5 2×10^{-4}

問 31 地球大気中に存在する放射性核種に関する次の文章の□の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを1つだけ選べ。

地球上に存在する天然放射性核種は一次放射性核種、二次放射性核種および誘導放射性核種に分類される。一次放射性核種と呼ばれるものは、約45億年前の地球誕生時から存在している。一次放射性核種の中には、半減期の長い核種から始まる壊変系列核種があり、主として地殻やマントルなどの地球内部に存在している。壊変系列の1つに、地球誕生時からその数がほぼ1/2に減少している□アから始まる壊変系列がある。この壊変系列に属する核種の1つに、二次放射性核種として貴ガス元素（希ガス元素）の同位体である□イがある。半減期が□Aの□イは、親核種である□ウの α 壊変によって生成する。地表近くで生成すると、化学結合を作らないため大気中に拡散し、気流とともに移動する。一方、地球誕生時から現在までに半減期の約1/3が経過した□エから始まる壊変系列には□イの同位体である□オが存在するが、半減期が□Bと短いため大気中での移動や拡散は限定されている。□イはコンクリートなどの建材などからも発生するため、エアフィルターには□イの子孫核種が吸着されてしばしば検出される。壊変系列を作らない一次放射性核種には、貴ガスの放射性核種を生成するものは無いが、半減期12.5億年の ^{40}K の□カによって貴ガス元素の安定核種である ^{40}Ar が生成する。

誘導放射性核種は一次および二次放射性核種からの放射線、あるいは宇宙線による核反応によって生成する核種である。なかでも宇宙線による核反応が大気中の放射性核種の起源として重要である。最大 10^{20} eVにも達する宇宙線の主成分は陽子や α 粒子であり、上層大気中の窒素や酸素、アルゴンと核破砕反応を起こして種々の核種を生成する。中でも半減期□Cの ^3H の年間生成量は $70 \text{ PBq} = 7.0 \times 10^{16} \text{ Bq}$ と推定されており、質量に換算すると約□Dとなる。 ^3H は水や単体水素、メタンとなって地球環境中に移行していく。大気中の ^3H は、化学形を水に揃えて□キやモレキュラーシーブに吸着したのち、□クで測定する。人為起源の ^3H については、核実験由来の ^3H がかつて大量に地球上に拡散したが、その量は少なくなった。また原子力施設からは半減期10.7年の貴ガス元素同位体である□ケも放出されている。

宇宙線による核反応に伴って、中性子も生成する。中性子は□コ反応によって ^{14}C を生成する。 ^{14}C は大気中で二酸化炭素となり、植物の光合成によって生態系へと移行し、生物関連物質の年代測定に広く利用されている。

<ア～オの解答群>

- | | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1 ^{237}Np | 2 ^{238}U | 3 ^{235}U | 4 ^{234}U | 5 ^{232}Th |
| 6 ^{226}Ra | 7 ^{224}Ra | 8 ^{222}Rn | 9 ^{220}Rn | 10 ^{219}Rn |
| 11 ^{218}Po | 12 ^{214}Pb | 13 ^{212}Pb | 14 ^{210}Po | 15 ^{208}Tl |

<A～Cの解答群>

- | | | | | |
|------------|-----------|----------|-----------|---------|
| 1 56 秒 | 2 3.0 分 | 3 20 分 | 4 61 分 | 5 11 時間 |
| 6 3.8 日 | 7 24 日 | 8 138 日 | 9 12 年 | 10 22 年 |
| 11 1,600 年 | 12 7.2 億年 | 13 44 億年 | 14 140 億年 | |

<カの解答群>

- | | | | |
|----------|----------------|----------------|---------|
| 1 核異性体転移 | 2 β^+ 壊変 | 3 β^- 壊変 | 4 EC 壊変 |
| 5 自発核分裂 | 6 クラスター壊変 | | |

<Dの解答群>

- | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|---------|
| 1 200 ng | 2 5.0 mg | 3 20 mg | 4 500 mg | 5 2.0 g |
| 6 50 g | 7 200 g | 8 5.0 kg | 9 200 kg | |

<キの解答群>

- | | | |
|----------------|----------------|---------------|
| 1 活性炭 | 2 アミン付加活性炭 | 3 アルミナ |
| 4 シリカゲル | 5 強酸性陽イオン交換樹脂 | 6 弱酸性陽イオン交換樹脂 |
| 7 強塩基性陰イオン交換樹脂 | 8 弱塩基性陰イオン交換樹脂 | |

<クの解答群>

- | | |
|------------------|-----------------------|
| 1 Si(Li) 半導体検出器 | 2 プラスチックシンチレーション検出器 |
| 3 液体シンチレーション計数装置 | 4 NaI(Tl) シンチレーション検出器 |
| 5 Ge 半導体検出器 | 6 GM 管式計数装置 |

<ケの解答群>

- | | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| 1 ^3He | 2 ^{20}Ne | 3 ^{21}Ne | 4 ^{22}Ne | 5 ^{38}Ar |
| 6 ^{40}Ar | 7 ^{41}Ar | 8 ^{85}Kr | 9 ^{124}Xe | |

<コの解答群>

- | | | | |
|--|---|---|--|
| 1 $^{14}\text{N}(\text{n}, \text{p})^{14}\text{C}$ | 2 $^{15}\text{C}(\text{n}, 2\text{n})^{14}\text{C}$ | 3 $^{15}\text{O}(\text{n}, \text{pn})^{14}\text{C}$ | 4 $^{16}\text{N}(\text{n}, 2\text{pn})^{14}\text{C}$ |
| 5 $^{17}\text{O}(\text{n}, 2\text{pn})^{14}\text{C}$ | | | |

問 32 次の I～III の文章の [] の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを 1 つだけ選べ。

I 環境試料の [A] は、試料中に存在する放射性核種からの放射線を測定することにより濃度を求めることを目的とする。主に人為起源の対象核種としては、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、[B] などがある。これらの核種はいずれも中性子過剰核であり、放射壊変によりそれぞれ Y、[C]、Xe の同位体となる。壊変に伴い放出される β 線や γ 線を検出することで放射能を測定することができる。 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、[B] の化学的挙動はそれぞれ Ca、K、Br と類似している。例えば、 ^{90}Sr が Ca の [D] 沈殿に取り込まれるのは Ca と Sr の化学的性質が近いためで、このような化学的性質の類似性は元素の周期表上の位置からある程度推定することができる。例えば、[E] はヨウ素に似た性質を有するとされている。

< A～E の解答群 >

- | | | | | |
|---------------------|----------|---------|-------------------|--------------------|
| 1 放射分析 | 2 放射化学分析 | 3 放射化分析 | 4 ^{14}C | 5 ^{131}I |
| 6 ^{210}Pb | 7 Xe | 8 Ba | 9 Ce | 10 Po |
| 11 At | 12 Rn | 13 炭酸塩 | 14 硝酸塩 | 15 酢酸塩 |

II 環境試料中の ^{90}Sr の定量プロセスは前処理—化学分離—計測のステップで構成される。試料の前処理で注意すべき点の 1 つに適切な溶液化の方法の選択がある。[F] は金属イオンと沈殿を生成しにくい酸で溶液化によく用いられる。しかし、有機物がしばしば多量に含まれる [G] を対象とした場合には、過塩素酸や [H] のような酸化性の酸を用いることがある。放射性核種の化学的性質だけではなく、試料に含まれる様々な元素の化学的性質などから適切な溶液化の方法を選択する必要がある。

^{90}Sr は [I] のみ放出するため、溶液化後の ^{90}Sr の単離精製のための化学分離が必要となる。これに加えて、 ^{90}Sr の定量のための化学分離では特徴的な点がある。親核 ^{90}Sr と娘核 ^{90}Y の半減期の関係で [J] が成立する。ここで [K] 法を適用することで、娘核種はミルキング可能である。 ^{90}Y の β 線最大エネルギーが著しく高いために、他の β 線放出核種が残留していても、 ^{90}Y の放射能から ^{90}Sr の放射能を正確に求めることができる。

< F、G の解答群 >

- | | | | |
|----------|-------|-------|----------|
| 1 フッ化水素酸 | 2 希硝酸 | 3 希硫酸 | 4 シュウ酸 |
| 5 土壌 | 6 火山灰 | 7 石灰岩 | 8 コンクリート |

<H～Kの解答群>

- | | | | | |
|--------------|-------------|--------------|--------|---------|
| 1 塩酸 | 2 硝酸 | 3 フッ化水素酸 | 4 リン酸 | 5 中性子線 |
| 6 α 線 | 7 β 線 | 8 γ 線 | 9 過渡平衡 | 10 永続平衡 |
| 11 放射非平衡 | 12 共沈 | 13 昇華 | 14 蒸留 | |

Ⅲ 環境試料中の ^{137}Cs の定量には γ 線スペクトロメトリーが一般に用いられている。低濃度の水試料では、化学分離による濃縮プロセスを経て計測の段階に進む場合がある。リンモリブデン酸アンモニウムを沈殿剤として用いて放射性セシウムを共沈させる方法がしばしば用いられる。 Cs^+ イオンは、 Fr^+ イオンを除くと、が最も大きい金属イオンである。水中では ^{137}Cs はとして存在している。かさ高い陽イオンを沈殿させるためには対となる陰イオンもかさ高い必要があるため、モリブデンのオキシ酸イオンが用いられた。 ^{137}Cs を濃縮した沈殿を γ 線スペクトロメトリーで測定する。さらに沈殿を酸処理して ^{137}Cs を溶かした上で法などでさらに分離精製して計測することもできる。

環境の放射性セシウム同位体の測定では ^{134}Cs および ^{135}Cs の定量も重要である。半減期2.06年の ^{134}Cs では ^{137}Cs と同様に γ 線検出により放射能を測定するのが一般的である。しかし、 ^{135}Cs では半減期が 2.3×10^6 年に及び、1 Bq当たりの原子数はとなるため、質量分析による粒子計測が放射線計測よりも有利となる。

<L～Nの解答群>

- | | | |
|-----------|-------------|----------|
| 1 荷電数 | 2 酸化数 | 3 イオン半径 |
| 4 最外殻電子数 | 5 中性原子 | 6 クラスタ |
| 7 水和イオン | 8 オキシ酸イオン | 9 陽イオン交換 |
| 10 陰イオン交換 | 11 イオン会合体抽出 | 12 再結晶 |

<Oの解答群>

- | | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 1.0×10^{12} | 2 8.0×10^{12} | 3 1.0×10^{13} | 4 8.0×10^{13} | 5 1.0×10^{14} |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|

