

平成29年度 放射線取扱主任者試験

正 誤 表

試験日 試験区分	平成29年8月23日(水)
	3時限目(15:30~16:45)
	第1種
課目	化学
誤	10ページ 問29 「… <u>Fe(II)</u> が溶液1g当たり…、 <u>Fe(II)</u> 生成のG値…」
正	10ページ 問29 「… <u>Fe(III)</u> が溶液1g当たり…、 <u>Fe(III)</u> 生成のG値…」

正誤の詳細は、「平成29年10月20日 平成29年度放射線取扱主任者試験問題の記述の誤りについて」をご確認願います。

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：15:30～16:45（1 時間 15 分）

2 問題数：30 題（10 ページ）

3 注意事項：

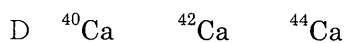
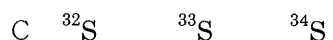
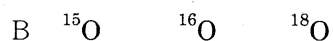
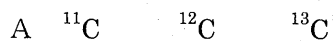
- ① 机の上に出してよいものは、受験票、鉛筆又はシャープペンシル（HB 又は B）、鉛筆削り、消しゴム、時計（計算機能・通信機能・辞書機能等の付いた時計は不可）に限ります。
- ② 計算機（電卓）、定規及び下敷きの使用は認めません。
- ③ 不正行為等を防止するため、携帯電話等の通信機器は、必ず、電源を切ってカバン等の中にしまってください。
- ④ 問題用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁又は解答用紙の汚れなどに気付いた場合は、手を挙げて試験監督員に知らせてください。なお、試験問題の内容に関する質問にはお答えできません。
- ⑤ 試験終了の合図があったら、ただちに筆記用具を置いてください。
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いただいて結構です。
- ⑦ 不正行為を行った者は、受験を中止させ、退場を命じます。

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、所定の欄以外の余白には、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。

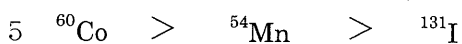
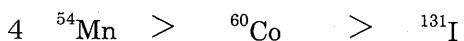
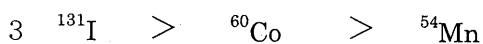
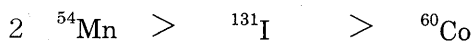
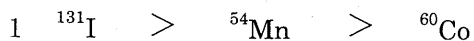
次の各問について、1から5までの5つの選択肢のうち、適切な答えを1つだけ選び、注意事項に従って解答用紙に記入せよ。

問1 次の同位体のうち、安定同位体のみのはどれか。



- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問2 無担体の ^{54}Mn (半減期: 312 d)、 ^{60}Co (半減期: 5.27 y)、 ^{131}I (半減期: 8.02 d) があるとき、比放射能 $[\text{Bq}\cdot\text{g}^{-1}]$ が大きいものから順に正しく並んでいるものは、次のうちどれか。



問3 ^{14}C を $4.5 \times 10^3 \text{ Bq}$ 含む CaCO_3 が 2 g ある。これを塩酸ですべて溶解したときに発生する気体 1 mL (標準状態) 中に含まれる ^{14}C の放射能 $[\text{Bq}]$ として最も近い値は、次のうちどれか。ただし、 CaCO_3 の式量は 100 とする。

- 1 1 2 2 3 5 4 10 5 20

問4 10 mg の ^{226}Ra (半減期 1,600 年) を密閉容器に 40 日間保管した時、容器内に存在する ^{222}Rn (半減期 3.8 日) の原子数として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 7.3×10^7 2 2.0×10^9 3 1.8×10^{11} 4 7.3×10^{12} 5 1.8×10^{14}

問5 逐次壊変する親核種 X (壊変定数 λ_X) とその娘核種 Y (壊変定数 λ_Y) 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 λ_Y が λ_X に比べて小さいとき、過渡平衡が成り立つ。
B 過渡平衡では、親核種の原子数は娘核種の半減期で減少する。
C 永続平衡では、親核種と娘核種の放射能は等しくなる。
D λ_X が λ_Y に比べて無視できるほど小さいとき、永続平衡が成り立つ。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問6 ^{235}U の熱中性子核分裂により生成しやすい (累積核分裂収率の大きい) 核種の組合せは次のうちどれか。

- 1 ^7Be ^{131}I
2 ^{75}As ^{137}Cs
3 ^{90}Sr ^{160}Gd
4 ^{99}Mo ^{140}Ba
5 ^{104}Ru ^{114}Cd

問7 200 mg の岩石試料を 1.0 mg の純鉄とともに原子炉で 1 時間中性子照射した。岩石試料と純鉄の γ 線スペクトロメトリを行ったところ、それぞれに照射終了直後で 50 Bq と 10 Bq の ^{59}Fe が含まれていたことがわかった。岩石試料中の鉄の濃度[重量%]として最も近い値は、次のうちどれか。

- 1 0.10 2 0.50 3 1.3 4 2.5 5 5.0

問8 サイクロトロンを用いて、10 MeV の陽子線をビーム電流 10 μA で 10 分間ターゲットに照射し、半減期 10 分の放射性同位体を製造している。その際、ターゲットは照射面積よりも十分大きく、ターゲットの厚みは飛程と同じにしている。以上の照射条件のうち一つだけ条件を変えることにより製造量を 2 倍にするために、最も適切な方法は、次のうちどれか。

- 1 ビーム電流のみ 20 μA にする。
- 2 照射エネルギーのみ 20 MeV にする。
- 3 ターゲットの厚さのみ 2 倍にする。
- 4 照射面積のみ 2 倍にする。
- 5 照射時間のみ 20 分にする。

問9 1 μg の ^{55}Mn を 2.58 時間中性子照射して ^{56}Mn (半減期: 2.58 時間) を製造した。照射終了時の ^{56}Mn の放射能[Bq]として最も近い値は、次のうちどれか。ただし、 ^{55}Mn の中性子捕獲断面積は 13.3 b (バーン)、中性子フルエンス率は $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ とする。

- 1 8.0×10^4 2 7.3×10^5 3 1.5×10^6 4 2.8×10^7 5 4.5×10^8

問10 ヨウ素の同位体について、正しいものの組合せはどれか。

- A ^{123}I は、最大エネルギー159 keVの β 線を放出する核種である。
- B ^{125}I は、ラジオイムノアッセイに用いられる。
- C ^{127}I は、唯一の安定同位体である。
- D ^{129}I は、ウランの核分裂により生成する放射性核種である。
- E ^{131}I は、アクチバブルトレーサーに用いられる。

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

問11 トリチウムに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- 1 上層大気中では窒素や酸素と一次宇宙線との反応で生成する。
- 2 ウィルツバッハ法ではトリチウム水で有機化合物を標識する。
- 3 β 線の最大エネルギーは ^{14}C のそれよりも低い。
- 4 人工的には ^6Li の中性子捕獲反応で製造する。
- 5 NaI(Tl)シンチレーションカウンタよりも液体シンチレーションカウンタの方が測定に適している。

問12 次の4つの γ 線源について、主な γ 線のエネルギーの高い順に正しく並んでいるものはどれか。

- 1 $^{137}\text{Cs} > ^{60}\text{Co} > ^{192}\text{Ir} > ^{241}\text{Am}$
- 2 $^{137}\text{Cs} > ^{60}\text{Co} > ^{241}\text{Am} > ^{192}\text{Ir}$
- 3 $^{60}\text{Co} > ^{137}\text{Cs} > ^{192}\text{Ir} > ^{241}\text{Am}$
- 4 $^{60}\text{Co} > ^{192}\text{Ir} > ^{137}\text{Cs} > ^{241}\text{Am}$
- 5 $^{60}\text{Co} > ^{137}\text{Cs} > ^{241}\text{Am} > ^{192}\text{Ir}$

問13 天然放射性核種に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 トリチウム T は、海水中では T_2O の形で存在する。
- 2 化石燃料の使用により大気中の ^{14}C 濃度が増加している。
- 3 地球生成時に存在した ^{87}Rb は、消滅している。
- 4 ^{222}Rn は、水温が上がると大気から水に移行する。
- 5 地球生成以来、 ^{235}U の同位体存在度は徐々に低下している。

問14 液体シンチレーション測定およびその関連事項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 乳化シンチレータは、水溶液試料の測定に用いられる。
- B α 線と β 線に対する発光効率は、ほぼ同じである。
- C ^{14}C と ^{35}S の分別定量は、容易にできる。
- D チェレンコフ光による測定では、色クエンチングを受けやすい。

- 1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問15 次の操作のうち、化学反応生成物として放射性の気体が発生するものはどれか。ただし、 $1\text{ M}=1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ である。

- 1 ^{35}S FeS固体に 1.0 M HCl を加える。
- 2 $1.0\text{ M }^{14}\text{C}$ K₂CO₃水溶液に 0.5 M NaCl 水溶液を加える。
- 3 MnO₂粉末に $20\% ^3\text{H}$ H₂O₂水溶液を加える。
- 4 $1.0\text{ M }^{22}\text{Na}$ Na₂SO₄水溶液に金属アルミニウムを入れる。
- 5 $1.0\text{ M }^{18}\text{F}$ NaF水溶液に 1.0 M NaOH 水溶液を加える。

問16 次の操作のうち、化学反応によって放射性の沈殿が生成しないものはどれか。ただし、溶液の濃度はすべて $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ とする。

- 1 ^{59}Fe FeCl₃水溶液にNaOH水溶液を加える。
- 2 ^{64}Cu CuSO₄水溶液にNa₂S水溶液を加える。
- 3 ^{65}Zn Zn(NO₃)₂水溶液に酢酸を加える。
- 4 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ AgNO₃水溶液にNaCl水溶液を加える。
- 5 ^{133}Ba BaCl₂水溶液にNa₂CO₃水溶液を加える。

問 17 ^{131}I で標識されたヨウ化ナトリウム 1.2 g を含む水溶液から、ヨウ化物イオンの全量を沈殿させるのに加える $0.25 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 硝酸銀水溶液の最小限必要な量[mL]として、最も近い値は次のうちどれか。ただし、ナトリウムとヨウ素の原子量はそれぞれ 23 と 127、硝酸銀 AgNO_3 の式量は 170 とする。

- 1 13 2 20 3 32 4 38 5 52

問 18 100 kBq の ^{35}S を含む廃液 1 L がある。 ^{35}S の化学形は硫酸イオンおよびメチオニンで、廃液中の硫酸イオン濃度は $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ である。塩化バリウム 40 g (式量 208) を廃液に加えたところ、硫酸バリウム (式量 233) の沈殿が生じた。沈殿の放射能は 90 kBq で廃液中に残留した放射能は 10 kBq であった。この結果に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 生成した沈殿は約 23 g で、さらに塩化バリウムを加えることにより、残留した ^{35}S は除去できる。
- 2 生成した沈殿は約 23 g で、廃液中にはメチオニンとして ^{35}S が残留している。
- 3 生成した沈殿は約 36 g で、 ^{35}S を含む沈殿は二酸化炭素を吹き込むことで再溶解する。
- 4 生成した沈殿は約 36 g で、さらに塩化バリウムを加えると、沈殿から ^{35}S が溶出する。
- 5 生成した沈殿は約 36 g で、さらに塩化バリウムを加えても、廃液中の ^{35}S の全放射能に変化はない。

問 19 次の溶液を強塩基性陰イオン交換樹脂カラムに通したとき、放射性核種が樹脂に最も吸着しやすいのはどれか。

- 1 $^{26}\text{Al}[\text{Al}]$ を $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 塩酸に溶解した溶液
- 2 $^{24}\text{Na}[\text{Na}_2\text{CO}_3]$ を $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 塩酸に溶解した溶液
- 3 $^{59}\text{Fe}[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ を $8 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 塩酸に溶解した溶液
- 4 $^{59}\text{Fe}[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ を $2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 硝酸に溶解した溶液
- 5 $^{64}\text{Cu}[\text{Cu}]$ を $3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 硝酸に溶解した溶液

問20 ある化学種に対する有機溶媒 (O) と水 (W) の間の分配比 (O/W) は4である。その化学種 (100 MBq) を含む水溶液に同体積の有機溶媒を加えて抽出した。有機溶媒を取り除き、残った水溶液に同体積の新たな有機溶媒を加えて再び抽出した。2回の操作で有機溶媒に抽出された化学種の放射能の総量[MBq]として、最も近い値は次のうちどれか。

- 1 4 2 20 3 80 4 90 5 96

問21 放射線を利用した分析方法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 陽電子は、結晶格子中の欠陥に捕捉されると消滅寿命が変化する。
- B 溶液試料に含まれる鉄の原子価を液体の状態でメスバウアー分光法により調べることができる。
- C タングステンのK-X線を鉄に照射すると、鉄の特性X線が発生する。
- D 中性子線でたんぱく質などの水素原子の位置を調べることが出来る。

- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問22 放射性標識化合物の純度と標識位置に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 放射性核種の化学形が指定されて、その放射能が物質の全放射能に占める割合を放射性核種純度という。
- 2 放射性核種の化学形とは関係なく、放射性核種の放射能が物質の全放射能に占める割合を放射化学的純度という。
- 3 すべての位置の原子が均一にその放射性同位体で標識されているものを均一標識化合物という。
- 4 特定の位置の原子の大部分がその放射性同位体で標識されているが、その他の位置における同じ原子も標識されているものを全般標識化合物という。
- 5 位置にかかわらず目的原子の大部分が標識されているが、その分布比が明確でないものを一般標識化合物という。

問23 標識化合物の分解抑制と保管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 放射能濃度を低くして保管する。
- B 比放射能を低くして保管する。
- C ^3H 標識化合物の水溶液は凍結させずに2℃付近で保管する。
- D ラジカルスカベンジャーを添加して保管する。

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

問24 中性子放射化分析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 カドミウム箔で試料を包んで照射すると、熱中性子のみで放射化することができる。
- B 分析の妨害となる核反応を起こす元素を照射前に除去することで、その影響を抑えることができる。
- C 照射後に収率トレーサーを加えてから目的元素を分離することで、分離収率を実測できる。
- D 測定に Ge 検出器を用いる場合には、化学分離によって1種類の放射性核種を単離する必要がある。

1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問25 化合物Xを含む試料A中のXを定量するために、放射性同位体で標識したX(20 mgで50 kBq)を試料と十分に混合したのち試料からXを抽出した。抽出されたXは5.0 mgで2.0 kBqであった。試料A中に含まれていたXの質量[mg]として最も近い値は、次のうちどれか。

1 25 2 40 3 80 4 105 5 180

問 26 1,000 mg のヒ素を含むヒ酸二水素カリウム (KH_2AsO_4) を中性子照射し、 $1.0 \times 10^7 \text{ Bq}$ の ^{76}As を得た。照射後の ^{76}As の放射能は、As(III)が 70%、As(V)が 30%であり、As(III)は 0.5 mg であった。 ^{76}As (III)の濃縮係数として最も近い値は、次のうちどれか。ただし、分離された化学種の比放射能を $A[\text{Bq} \cdot \text{g}^{-1}]$ 、試料全体の比放射能を $B[\text{Bq} \cdot \text{g}^{-1}]$ として、濃縮係数は A/B で与えられる。

- 1 3.0×10^1 2 1.0×10^2 3 1.4×10^3 4 4.7×10^5 5 3.0×10^6

問 27 ホットアトム等に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 ^3He の中性子照射で生成するトリチウム原子の運動エネルギーは 1 keV 弱である。
- 2 ホウ素化合物をがん組織に取り込ませた後、熱中性子照射で腫瘍を治療する。
- 3 ^3HBr の紫外光照射で生成するトリチウム原子は有機化合物と反応しない。
- 4 ヨウ化エチルの中性子照射で生成した放射性ヨウ素は水に不溶である。
- 5 核異性体転移で生成するホットアトムの電子配置は、元のままである。

問 28 放射性同位元素装備機器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 厚さ計は、 β^- 線の散乱や吸収を利用している。
B 中性子水分計は、速中性子と水素原子核の弾性衝突を利用している。
C 硫黄計は、 α 線で硫黄原子を励起することを利用している。
D 密度計は、 α 線の質量減弱係数が物質によらず一定であることを利用している。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 29 フリッケ線量計を ^{60}Co の γ 線で 30 分照射したところ、 Fe(II) が溶液 1 g 当たり 1.6×10^{-5} g 生じた。 γ 線の線量率 [$\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$] に最も近い値は次のうちどれか。ただし、 Fe(II) 生成の G 値を 15.6、鉄の原子量を 56、アボガドロ定数を $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 、1 eV を $1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ とする。

- 1 35 2 70 3 170 4 350 5 700

問 30 有機化合物への放射線照射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 ポリテトラフルオロエチレン (テフロン) に照射すると、化学結合の切断が起こり、もろくなる。
- B モノマーに照射すると重合開始剤を含まない高分子を得ることができる。
- C 高分子物質を適当なモノマーに浸して照射すると、元の高分子に別の高分子を結合することができる。
- D ポリエチレンに照射すると、この高分子間に新しい結合が形成する。

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

