

化 学

試験が始まる前にこのページに書いてあることをよく読んでください。裏面以降は試験問題になっているので、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（7ページ）

3 注意事項：

- ① 机の上に出してよい物は、受験票、鉛筆（HB又はB）又はシャープペンシル、鉛筆削り、プラスチック消しゴム、時計に限ります。電卓機能・通信機能・辞書機能等の付いた時計を机の上に出すことはできません。
- ② 電卓（電子式卓上計算機）の使用はできません。
- ③ 試験中に携帯電話等の通信機器は使用できません。（電源を切ってください。）
- ④ 問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び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。ただし、試験問題の内容に関する質問にはお答えできません。
- ⑤ 試験中に気分の悪くなった場合などは、手を挙げ試験監督員の指示に従ってください。
- ⑥ 試験終了の合図があったら、すぐ筆記用具を置いて、解答をやめてください。
試験監督員が解答用紙を集め終わるまでは、席を離れることはできません。
なお、問題用紙は持ち帰っていただいて結構です。
- ⑦ 不正行為をした場合は、受験資格を失います。

4 解答用紙の扱いについて

- ① 解答用紙は機械で読み取りを行いますので、解答用紙の注意事項に従い丁寧に記入してください。また折り曲げたり汚したりしないでください。
- ② 筆記用具は、鉛筆（HB又はB）又はシャープペンシルを使用し、記入を訂正する場合にはプラスチック消しゴムできれいに消してください。また、消しきずは残さないようにしてください。
- ③ 解答用紙の所定の欄に受験番号・氏名・試験地を必ず記入してください。特に受験番号は受験票と照合して正しくマークしてください。
- ④ 試験は択一方式で、解答は1つの問につき1つだけ選択してください。2つ以上選択（マーク）した場合は、零点になります。
- ⑤ 記入欄以外の余白及び裏面には、何も記入しないでください。
- ⑥ 以上の記入方法の指示に従わない場合、必要とされる記入事項が正しく記入されていない場合には採点されません。

平成18年度 放射線取扱主任者試験

正 誤 票

試験日 試験区分	平成18年8月23日(水) 3時限目(15:30~16:45) 第1種
課 目	化 学
板書事項	6 ページ 問 23 の 5 行目 (正)「ただし、 <u>有機相と水相の容積は等しいものとし、抽出操作は1回のみ行うものとする。</u> 」 (誤)「ただし、抽出操作は1回のみ行うものとする。」

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 次のうち、放射性元素(安定同位体のない元素)のみの組合せはどれか。

A Co, Rn, Np

B Sr, Po, Am

C Tc, Ac, Th

D Pm, Ra, Pu

E Cs, Pa, U

1 A と B 2 A と E 3 B と C 4 C と D 5 D と E

問 2 次のうち、同族元素の核種の組合せとして誤っているものはどれか。

1 ^{24}Na , ^{42}K , ^{137}Cs

2 ^{36}Cl , ^{82}Br , ^{125}I

3 ^{45}Ca , ^{89}Sr , ^{226}Ra

4 ^{144}Ce , ^{142}Pr , ^{147}Nd

5 ^{18}F , ^{32}P , ^{76}As

問 3 次のうち、 β^+ 壊変する核種のみの組合せはどれか。

1 ^3H , ^7Be , ^{11}C

2 ^{13}N , ^{18}F , ^{24}Na

3 ^{26}Al , ^{32}P , ^{40}K

4 ^{45}Ca , ^{51}Cr , ^{55}Fe

5 ^{57}Ni , ^{64}Cu , ^{68}Ga

問 4 ^{85}Kr (半減期 11 年) 及び ^{14}C (半減期 5700 年) が、発生源(放出源)から、それぞれ年間 10TBq で継続的に環境に放出されるとする。放出開始後 100 年経過した時点での、環境中の放射能への寄与分として最も近い値は、次のうちどれか。ただし、 ^{85}Kr の放射能は飽和状態にあるとする。

1 $^{85}\text{Kr}=160\text{TBq}$ $^{14}\text{C}=500\text{TBq}$ 2 $^{85}\text{Kr}=320\text{TBq}$ $^{14}\text{C}=700\text{TBq}$

3 $^{85}\text{Kr}=1000\text{TBq}$ $^{14}\text{C}=1000\text{TBq}$ 4 $^{85}\text{Kr}=160\text{TBq}$ $^{14}\text{C}=1000\text{TBq}$

5 $^{85}\text{Kr}=320\text{TBq}$ $^{14}\text{C}=1000\text{TBq}$

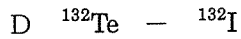
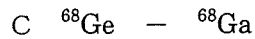
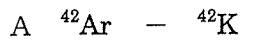
問 5 ^{14}C (1MBq) で標識した CaCO_3 (0.105g) を希塩酸で溶かし、発生した気体を捕集した。回収率を 100% とした場合の、捕集された気体についての標準状態 (0℃、1 気圧) での放射能濃度 (MBq/L) として最も近い値は、次のうちどれか。ただし、 CaCO_3 の式量は 105 とする。

1 40 2 45 3 50 4 55 5 60

問 6 800 Bq の無担体の $^{35}\text{SO}_4^{2-}$ に Na_2SO_4 40 mg を担体として加えたのち、塩酸酸性で BaCl_2 の水溶液を加えて $^{35}\text{SO}_4^{2-}$ の 50% を BaSO_4 として沈殿させた。この沈殿の比放射能 ($\text{Bq}\cdot\text{mg}^{-1}$) に最も近い値は、次のうちどれか。ただし、 Na_2SO_4 、 BaSO_4 の式量はそれぞれ 142、233 とする。

1 6 2 12 3 16 4 24 5 33

問7 次の親核種と娘核種のうち、放射平衡を利用してミルキングが行えるものの組合せはどれか。



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

問8 放射平衡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 親核種の壊変定数が娘核種の壊変定数より大きい場合には、放射平衡は成立しない。

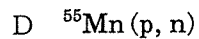
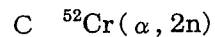
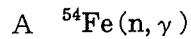
B 放射平衡時、娘核種の放射能は親核種の放射能を超えることはない。

C 過渡平衡時、娘核種は親核種の半減期で減衰する。

D 永続平衡時、親核種の原子数は、娘核種の原子数の T_1/T_2 倍である。ただし、 T_1 、 T_2 は親核種、娘核種の半減期である。

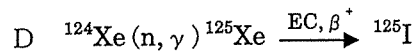
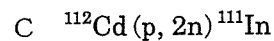
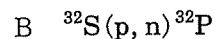
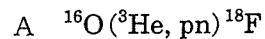
- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 BCのみ 4 Dのみ 5 ABCDすべて

問9 次の核反応のうち、 ^{55}Fe を生じるものの組合せはどれか。



- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問10 次の核反応式のうち、正しいものの組合せはどれか。



- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 11 ^{99}Mo を製造するため、2 種類のターゲット物質 (UO_2 と MoO_3) を、それぞれに含まれる U 原子及び ^{98}Mo 原子の個数が同じとなるように秤り取り、別々に石英アンブルに封入し、原子炉の同一条件下で中性子照射した。照射直後の両者の ^{99}Mo 生成放射能の比 $A(\text{UO}_2)/A(\text{MoO}_3)$ として最も近い値は、次のうちどれか。ただし、U は天然ウラン (^{235}U の同位体存在度は 0.72%)、 $^{235}\text{U}(n, f)$ 反応の反応断面積は 580b、 ^{99}Mo の核分裂収率は 6.1%、 $^{98}\text{Mo}(n, \gamma)^{99}\text{Mo}$ 反応の反応断面積は 0.13b とする。

- 1 0.01 2 0.1 3 2 4 20 5 200

問 12 熱中性子照射による (n, γ) 反応で生成する放射能に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。ただし、不純物の影響は考慮しないものとする。

- 1 アルミニウム箔中に生成した放射能は、照射後 1 日経過して約 1/2 となった。
- 2 アクリル板中に生成した放射能は、照射後 1 週間経過して約 1/2 となった。
- 3 石英中に生成した放射能は、照射後 1 ヶ月経過して約 1/4 となった。
- 4 鉄板中に生成した放射能は、照射後 3 ヶ月経過して約 1/4 となった。
- 5 銅板中に生成した放射能は、照射後 1 年経過して約 1/2 となった。

問 13 放射性物質が関係する分析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 放射化分析では、非破壊で分析できる場合が多い。
- B 超ウラン元素の分離・定量は、一般に放射分析によって行われる。
- C 同位体希釈法では、定量的分離をすることなく定量ができる。
- D ^{14}C 年代測定で、放射能測定による方法は、加速器質量分析に比べて試料が少なくて済む。

- 1 A と B 2 A と C 3 A と D 4 B と C 5 B と D

問 14 ヨウ素の放射性同位体に関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。ただし、半減期は () 内の値とする。

- A ^{123}I (13.3 時間) は、シングルフォトン断層撮影法 (SPECT) に用いられる。
- B ^{125}I (59.4 日) は、ヨウ素の熱中性子放射化分析に用いられる。
- C ^{128}I (25.0 分) は、ラジオイムノアッセイに用いられる。
- D ^{129}I (1.57×10^7 年) は、地球生成時に存在し、その一部が天然放射性核種として現存している。
- E ^{131}I (8.02 日) は、甲状腺疾患の内用療法に用いられる。

- 1 A と B 2 A と E 3 B と C 4 C と D 5 D と E

問 15 ^{99}Tc の特性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 β 線の最大エネルギーは 1MeV を超える。
- B 環境中の ^{99}Tc は、いつも陰イオンの TcO_4^- として振舞う。
- C Re や Mn と同族の元素である。
- D 中性子照射すると $^{99}\text{Tc}(n, \gamma)^{100}\text{Tc} \xrightarrow{\beta^-} ^{100}\text{Ru}$ によって安定な ^{100}Ru が生成する。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 16 ^{90}Sr 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 ウランの核分裂によって生成する。
- B 壊変する際に γ 線を放出する。
- C 人体に摂取されると骨に沈着する。
- D アルカリ土類金属元素である。
- E 塩酸酸性溶液からリン酸トリブチル(TBP)へ抽出される。

- 1 ABCのみ 2 ACDのみ 3 ABEのみ 4 BDEのみ 5 CDEのみ

問 17 トリウム系列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 ^{232}Th の半減期は 14 億年である。
- B トロンとよばれるラドン同位体が生成する。
- C 6 回の α 壊変と 4 回の β^- 壊変を行う。
- D 最終の安定核種は ^{210}Pb である。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 18 天然における同位体存在度の変動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 火成岩の $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比は、ウラン含有量が高いほど小さくなる。
- B 大気の $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ 比は、太陽からの宇宙線強度の増加と共に大きくなる。
- C 火成岩の $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ 比は、カリウム含有量が高いほど大きくなる。
- D ウラン鉱床の $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ 比は、地質年代の経過と共に減少する。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとC 5 BとD

問 19 α 壊変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 放出される α 粒子のエネルギーは親核のクーロン障壁より高い。
- B α 壊変すると、原子番号が 2、質量数が 4 だけ小さい別の種類の原子核に変わる。
- C α 壊変で放出される α 粒子のエネルギーは連続スペクトルとなる。
- D ^{226}Ra は α 壊変する核種である。
- E α 粒子のエネルギーが高いほど壊変定数は大きい傾向がある。

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

問 20 次のうち、測定の目的と使用する検出器が正しく対応しているものの組合せはどれか。

- A ろ紙上に捕集した ^{32}P の放射能測定 — ガスフローカウンタ
- B 有機相中に抽出した ^{55}Fe の放射能測定 — 井戸型 NaI(Tl) シンチレーション検出器
- C 有機溶媒中の ^{14}C 標識有機化合物の放射能測定 — 液体シンチレーションカウンタ
- D ビーカーに入れた廃水中の γ 線放出核種の同定 — Ge 検出器
- E 金属箔に電着した α 線放出核種の同定 — Si(Li) 半導体検出器

1 ABCのみ 2 ACDのみ 3 ADEのみ 4 BCEのみ 5 BDEのみ

問 21 次の操作のうち、放射性気体が発生するおそれのあるものの組合せはどれか。

- A [^{64}Cu]銅(単体)に濃硝酸を加えて加熱する。
- B [^3H]塩化アンモニウム水溶液を硫酸酸性にする。
- C [^{35}S]亜硫酸水素ナトリウムに硫酸を作用させる。
- D [^3H]水素化アルミニウムリチウムとエタノールを反応させる。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

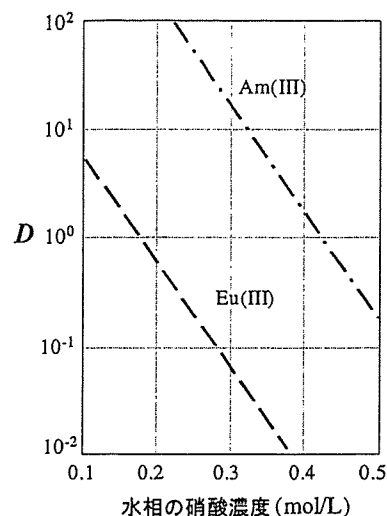
問 22 水溶液中の塩素あるいは臭素の放射分析には、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ で標識した硝酸銀水溶液による沈殿反応が用いられる。これらに関する次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。ただし、塩化銀及び臭化銀の溶解度積は、それぞれ、 1.8×10^{-10} 及び 3.3×10^{-13} とする。

- A 沈殿を生ずる塩素及び臭素の化学形は Cl^- 及び Br^- である。
- B Br^- が含まれていない場合には、硝酸銀水溶液を加えて生じた沈殿の放射能から Cl^- を定量することができる。
- C Cl^- が含まれていない場合には、硝酸銀水溶液を加えて生じた沈殿の放射能から Br^- を定量することができる。
- D 試料水溶液中に Cl^- 及び Br^- が共に含まれている場合、硝酸銀水溶液を少量ずつ加えることで塩化銀、臭化銀の順で沈殿を得ることができる。

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

問 23 右図はある溶媒抽出系における Eu(III) と Am(III) の分配比 (D) の特性を示す。Eu(III) と Am(III) を等量含む試料がある時、この溶媒抽出系を利用して、Eu(III) の除去率 90% 以上、Am(III) の回収率 90% 以上の試料を得たい。抽出時の水相硝酸濃度 (mol/L) として最も適切な値は次のうちどれか。ただし、抽出操作は 1 回のみ行うものとする。

- 1 0.1 2 0.2 3 0.3 4 0.4 5 0.5



問 24 標識化合物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 標識化合物の放射化学的純度は、同位体希釈法によって求めることができる。
 B $[^{14}\text{C}]$ トルエンを酸化して得られる $[^{14}\text{C}]$ 安息香酸の比放射能 (Bq/g) は、原料のトルエンのそれより小さい。
 C G 標識化合物は、放射性原子が化合物の各位置に全般的に入っているが、その分布が一様でなく、また各位置における標識の比率が不明確なものである。
 D 一般に、ヒドロキシ(ル)基 (-OH) やアミノ基 (-NH₂) に標識された ^3H は、ベンゼン環などに結合した水素原子に比べて水や OH をもつ溶媒と同位体交換反応を起こしやすい。

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

問 25 標識化合物の合成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 核反応や核壊変を利用する反跳合成法は複雑な構造の化合物の標識には適用できない。
 B トルエンと $^3\text{H}_2$ を密閉容器中に共存させて放置すると $[^3\text{H}(\text{G})]$ トルエンが得られる。
 C タンパク質の溶液に K^{125}I と酸化剤を加えるとグリシン残基が ^{125}I で標識される。
 D $[^{35}\text{S}]$ 塩化 p-ヨードフェニルスルホニルはアミノ酸の標識誘導体を作るのに用いられる。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 26 種々のアミノ酸(非放射性)の混合試料溶液中のメチオニンを同位体希釈法で定量した。比放射能が $800\text{Bq}\cdot\text{mg}^{-1}$ の $[^{35}\text{S}]$ メチオニン 20mg を試料溶液に加え、充分攪拌して均一にしたのち、メチオニンの一部を純粋に分離し、重量と放射能を測定して比放射能を計算したところ $40\text{Bq}\cdot\text{mg}^{-1}$ 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。

- 1 180 2 220 3 260 4 320 5 380

問 27 ^{14}C 年代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 液体シンチレーション法での検出効率を過大に見積もった場合には、得られた年代は実年代より古くなる。
- B 化石燃料起源の炭素が混入すると、得られた年代は実年代より古くなる。
- C 過去の宇宙線強度が現在より大きかった場合には、宇宙線強度が等しいと仮定して得られた年代は、実年代より新しくなる。
- D ^{14}C の半減期として過大な値を用いた場合には、得られた年代は実年代より新しくなる。

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

問 28 半減期 40 日、検定時の核種純度 99%のある放射性核種の製品を入手したとする。不純物として共存する核種の半減期を 120 日とすると、検定時から 120 日後のこの製品の核種純度(%)として最も近い値は、次のうちどれか。

1 90 2 92 3 94 4 96 5 98

問 29 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 ^{147}Pm 厚さ計は、 β^- 線の吸収や散乱を利用している。
- B ^{63}Ni ガスクロマトグラフ用電子・キャプチャー・ディテクタは、 β^- 線の電離作用を利用している。
- C ^{241}Am 硫黄計は、 α 線の吸収を利用している。
- D ^{252}Cf 中性子水分計は、速中性子の吸収を利用している。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問 30 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A クロロフルオロカーボン（フロン）は、 γ 線照射では分解しない。
- B γ 線照射によって生成したポリエチレンの架橋度は、照射線量に依存する。
- C 石英への γ 線照射で生成した格子欠陥は、加熱により消失していく。
- D 照射により生成するスプール(spur)の長さは、線質に依存しない。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD