

第60回
(平成20年)

診療放射線技師国家試験

午前

放射化学

問題 1 半減期が最も短い核種はどれか。

1. ^{14}C
2. ^{18}F
3. ^{90}Sr
4. ^{131}I
5. ^{137}Cs

問題 2 中性子数と陽子数が等しい放射性核種はどれか。

1. ^{14}C
2. ^{22}Na
3. ^{28}Mg
4. ^{32}P
5. ^{40}K

問題 3 放射性医薬品(物理的半減期 T_P [時間])を投与し、6時間後に体内分布が投与量の半分になった場合の生物学的半減期を表す式はどれか。

1. $T_P - 6$
2. $6 - T_P$
3. $T_P / (T_P - 6)$
4. $6 T_P / (T_P - 6)$
5. $(T_P - 6) / (6 T_P)$

問題 4 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ジェネレーターで正しいのはどれか。

1. 娘核種は ^{99}Mo である。
2. 親核種と娘核種との間に永続平衡が成り立っている。
3. 蒸留水を使用して溶出する。
4. 親核種をアルミナカラムに吸着させて娘核種を分離する。
5. 一度 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ を溶出すると放射平衡が成立するまで 48 時間かかる。

解説と解答例

① 各核種の原子番号、半減期等は表のようになる。

核種名	原子番号	質量数	半減期
1) ^{14}C	6	14	5730年
2) ^{18}F	9	18	109.8分
3) ^{90}Sr	38	90	29年
4) ^{131}I	53	131	8日
5) ^{137}Cs	55	137	30年

② 陽子数 = 原子番号を Z 、質量数を A 、中性子数を N とすると $A = Z + N$ の関係が成り立ち、中性子数 $N = A - Z$ より、 N と Z が求められる。

核種名	原子番号	質量数	中性子数
1) ^{14}C	6	14	$14 - 6 = 8$
2) ^{22}Na	11	22	$22 - 11 = 11$
3) ^{28}Mg	12	28	$28 - 12 = 16$
4) ^{32}P	15	32	$32 - 15 = 17$
5) ^{40}K	19	40	$40 - 19 = 21$

③ 有効半減期を T_E 、物理学的半減期を T_P 、生物学的半減期を T_B とすると、これらの間には $\frac{1}{T_E} = \frac{1}{T_P} + \frac{1}{T_B}$

の関係があるので、この式を変形すると $\frac{1}{T_B} = \frac{1}{T_E} - \frac{1}{T_P} = \frac{T_P - T_E}{T_E \times T_P}$ となり、

$$T_B = \frac{T_B \times T_P}{T_P - T_E} \text{ が求められ、}$$

有効半減期 T_E に 6 時間を代入すると

$$T_B = \frac{6T_P}{T_P - 6} \text{ となり、解答は 4) となる。}$$

- ④ 1) ジェネレーターの娘核は $^{99\text{m}}\text{Tc}$ であるから誤りである。
 2) ^{99}Mo と $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の間には過度平衡が成り立つので誤りである。
 3) 抽出には食塩水を用いるので誤りである。
 4) アルミナカラムに親核を吸着させ、

1	2	2	2	3	4
4	4				

問題 5 放射性核種の分離で正しいのはどれか。

1. 共沈法は液相から液相へ分離する。
2. 電気泳動法は Rf 値を算出し分離する。
3. 溶媒抽出法では無機溶媒が使用される。
4. 放射化学的収率よりも化学的収率が重要である。
5. ジラード・チャルマー法は高い比放射能核種が得られる。

問題 6 正しいのはどれか。2つ選べ。

1. ペーパークロマトグラフィで標識率を算出する。
2. ^{99m}Tc 標識用バイアルには還元剤が封入されている。
3. 化学的合成法は比放射能が低い標識化合物が得られる。
4. ¹⁴C 標識化合物の合成にはウイルトツバッハ法を用いる。
5. 放射性ヨウ素を標識する間接法にクロラミン T 法がある。

問題 7 放射化分析で生成される核種の放射能に影響しないのはどれか。

1. 核反応時の温度
2. 核反応時の照射時間
3. 試料中の生成前核種の数
4. 核反応に用いる粒子フルエンス
5. 生成した放射性核種の壊変定数

娘核を抽出するので正しい。

5) ミルキング直後でも放射平衡にあり、最大の娘核が得られるのは22.89時間であるから誤りである。

⑤ 1) 共沈法は担体を用いて沈殿が液中に目的RIを留めるので誤りである。

2) 電気泳動法は Rf 値より分子量を求めるので分離でなく誤りである。

3) 溶媒抽出法は水相と有機相を用いるので誤りである。

4) 放射化学的収率は高純度の標識化合物を用いるが、時間とともに分解し不純物が増加するので重要である。一方、化学的収率は安定剤として加えた試薬が毒性、化学的不純物、発熱物質になり、殺菌操作も必要となり、化学的収率も重要である。したがって両者とも重要であるから誤りである。

5) 生成物を分離すれば高い比放射能核種が濃縮され得られるので正しい。

⑥ 1) ペーパークロマトグラフィで標識率が求められるので正しい。

2) ^{99m}Tc バイアル瓶には還元剤として塩化スズ()が封入されているので正しい。

3) 化学的合成法は高い比放射能化合物が得られるので誤りである。

4) ウイルトツバッハ法はトリチウム(³H)標識に用いるので誤りである。

5) クロラミン T 法は直接的に放射性ヨウ素を蛋白に標識するので誤りである。

⑦ 放射化分析で生成放射能に影響しないものは、

1) 核反応時の温度は放射化量に関係しない(放射化に影響しない)。

2) 照射時間によって生成核種量は変化する(放射化に影響する)。

3) 生成前の試料の量によって放射化量は規制される(放射化に影響する)。

4) 照射粒子の量によって生成核種量は規制される(放射化に影響する)。

5) 生成核の崩壊定数(半減期)は放射化量を規制する(放射化に影響する)。

放射化量を R, 照射粒子数を f, 試料原子数を N, 放射化断面積を σ , 照射時間を t, 崩壊定数を λ , 半減期を T とすると放射

問題 8 高エネルギーのイオンビームで物質の構成元素を定量的に分析する方法はどれか。

1. PIXE法
2. ウィルツバッハ法
3. ボルトンハンター法
4. オートラジオグラフィ
5. アクチバブルトレーサ法

診療画像機器学

問題 9 管電圧100kV、管電流800mA、撮影時間0.1s、管電圧リプル百分率30%のインバータ式X線高電圧装置がある。

この装置の公称最大電力[kW]はどれか。

1. 46.5
2. 59.2
3. 65.7
4. 70.2
5. 89.7

問題 10 X線管装置で正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 最大許容入力の実焦点面積に比例する。
2. 負荷時間が2倍になると短時間許容負荷は $\frac{1}{2}$ になる。
3. 短時間許容負荷は管電圧リプル百分率に影響されない。
4. 負荷曲線は連続負荷時における陽極の蓄積熱容量を示す。
5. ヒートユニットはX線管の陽極熱容量を表す特別な単位である。

問題 11 X線装置で正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 管電圧の許容差は±15%である。
2. ターゲット角度は実効焦点と基準軸とがなす角度をいう。
3. 公称最短撮影時間は自動露出制御装置の最短応答時間をいう。
4. 管電流はX線管のターゲットに入射する電子ビームの電流をいう。
5. 高線量率透視制御を備える装置では線量率が175mGy/min以下に制限される。

化量は $R = Nf (1 - e^{-\lambda t}) = Nf (1 - e^{-0.693t/T})$ で示され、半減期の6倍以上照射すると()内の飽和定数は一定値(1)に近づく。

したがって、影響しないものは1)となる。

③ 1) PIXE法はシンクロトロンによる放射光を用いて構成元素を分析するので正しい。

2) ウィルツバッハ法はトリチウム(^3H)を標識する方法である。

3) ボルトンハンター法はクロラミンT法より標識率は低いが、間接的に放射性ヨウ素を蛋白のN末端に導入する方法である。

4) オートラジオグラフィ法は摂取された線源の分布をフィルムで測定する方法である。

5) アクチバブルトレーサー法は非放射性核種を散布し、採取した試料を放射化させて、散布した元素の挙動を調べる方法である。

したがって、高エネルギーイオンビームで物質を定量するのはPIXE法なので、答えは1)となる。

⑨ 公称最大電力Pは、V：管電圧[kV]，I：管電流[mA]，f：定数とすると、 $P = f \times V \times I \times 10^{-3}$ [kW]である。管電圧リプル百分率が30%の場合、 $f = 0.74$ なので、 $P = 0.74 \times 100 \times 800 \times 10^{-3} = 59.2$ [kW]となる。

1) 最大許容負荷は、焦点面の電子密度によって変化する。焦点面が大きくなると電子密度は低くなるため、許容負荷は大きくなる。

3) 焦点軌道に平均的に負荷がかかることで、許容負荷は大きくできる。したがってリプル百分率は小さいほど短時間許容負荷は大きくなる。

4) 負荷曲線は加熱曲線が正しい。(X線管装置)加熱曲線は負荷時間におけるX線管装置熱量を表した曲線である(JIS Z 4704)。

5) ヒートユニットはX線管の入力を表す特別な単位である。

1) X線管電圧の許容差は±10%であるので誤り。