

放射化学 RADIOCHEMISTRY

次の問いに答えよ。なお、 $\log_e 2 = 0.70$ 、 $1.0 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ 、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ として計算せよ。設問中の半減期等の数値は計算簡略化のため変更されている場合があるが、与えられた数値を用いて解答すること。有効数字は2桁である。

1. ^{90}Sr は半減期 30 年 (壊変定数 $7.4 \times 10^{-10} \text{ s}^{-1}$ とする) の放射性核種であり、 β^- 壊変をする。 ^{90}Sr の娘核種も β^- 壊変をする放射性核種であり、半減期 60 時間で壊変し、安定核種となる。

塩酸溶液中の 1.0 mg の ^{90}Sr を精製し娘核種を完全に除去した時間を $t=0$ とする。次の問いに答えよ。【放射壊変】【放射平衡】【放射化学分離】

(1) $t=0$ における塩酸溶液中の ^{90}Sr の放射能(Bq)を求めよ。

(2) ^{90}Sr の娘核種を書け。また、この娘核種を沈殿中に回収できる共沈反応を化学反応式で示せ。

(3) 60 年後 ($t=60$ 年) の塩酸溶液中の全放射能(Bq)を求めよ。

2. $5 \times 10^3 \text{ Bq/mL}$ の放射性核種 (半減期 2 分) を含む溶液を調整し、ウサギに 0.1 mL 静脈注射した。6 分後、このウサギから 1.0 mL の血液サンプルを採取し、放射性核種を定量したところ、 0.25 Bq であった。このウサギの全血液量(mL)を求めよ。なお注射直後に放射性核種は全血液中に均一混合し、他の組織には移行しないとする。

【放射性核種の定量】【同位体希釈法・放射年代法】

3. 5.0 MBq の ^{183}Re の質量 [g]を求めよ。 ^{183}Re の半減期は 70 日である。【放射壊変】

4. ^{183}Re (原子番号 75) の壊変形式は軌道電子捕獲壊変 (EC 壊変) である。 ^{183}Re の壊変生成物の原子番号と質量数を答えよ。【放射壊変】

5. ある遺跡で発掘された土器の一部を採取し炭素を分析したところ、 ^{12}C が $9.6 \times 10^{-2} \text{ g}$ 、 ^{14}C が $1.4 \times 10^{-14} \text{ g}$ 含まれている事が分かった。この土器が作られたのは何年前と推定されるか答えよ。なお、大気中の炭素同位体原子数比は $^{14}\text{C} : ^{12}\text{C} = 10^{-12} : 1$ で時代によらず一定とし、 ^{14}C の半減期は 5,700 年とする。【放射年代法】

6. 0.3 g の ^3H がガラス試験管の中に保管されている。この試験管の毎秒あたりの発熱量[J/s]を計算せよ。 ^3H の壊変定数を $1.8 \times 10^{-9} \text{ s}^{-1}$ 、 ^3H からのベータ線の平均エネルギーを 6.0 keV とする。試験管の中では ^3H の放射壊変以外の発熱または吸熱現象は起こらないものとする。

【放射壊変】