

A5 の用紙を縦に使うて、一番上に**学籍番号**、**氏名**を書くこと。
必要なら裏面を使用してもよい。

1. 100 kBq の ^{45}Ca を含む $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 塩化カルシウム水溶液 100 ml から ^{45}Ca を除去する目的で、フッ化ナトリウム水溶液を加えてフッ化カルシウム (CaF_2) を沈殿させた。これをろ過乾燥させて得られる $[^{45}\text{Ca}]$ フッ化カルシウムの比放射能 ($\text{kBq}\cdot\text{g}^{-1}$) として最も近い値は、次のうちどれか。答えを導くまでの計算の過程もあわせて示せ。ただし、 CaF_2 の式量を 78 とする。
- A. 6.5 B. 13 C. 65 D. 130 E. 650

(2009 年度 第一種放射線取扱主任者試験 化学より、一部修正)

(解答と解説)

解答 : D

解説 :

$0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ の塩化カルシウム水溶液 100 ml に含まれる Ca のモル数は、

$$0.1 (\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}) \times 0.1 (\text{L}) = 0.01 (\text{mol}) \quad \text{で、}$$

CaF_2 の式量 (分子量) が 78 なので、 CaF_2 の沈殿の質量は、

$$78 (\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}) \times 0.01 (\text{mol}) = 0.78 (\text{g}) \quad \text{である。}$$

この沈殿に 100 kBq の ^{45}Ca が含まれているので、比放射能 (単位質量当たりの放射能: $\text{kBq}\cdot\text{g}^{-1}$) は、

$$100 (\text{kBq}) / 0.78 (\text{g}) = 128 (\text{kBq}\cdot\text{g}^{-1}) \quad \text{となる。}$$

よって、答えは最も近い D. となる。

2. 放射能が $1.6 \times 10^{10} \text{ Bq}$ の ^{238}U を含むウラン鉱石中で ^{238}U と永続平衡にある ^{226}Ra の質量 (g) として最も近い値は次のうちどれか。答えを導くまでの計算の過程もあわせて示せ。ただし、 ^{226}Ra の半減期は 1600 年 (5.0×10^{10} 秒)、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。
- A. 0.04 B. 0.09 C. 0.30 D. 0.44 E. 0.76

(2009 年度 第一種放射線取扱主任者試験 化学より、一部修正)

(解答と解説)

解答 : D

解説 :

永続平衡なので、娘核種 ^{226}Ra の放射能 I_{Ra} は親核種 ^{238}U の放射能と等しく、 $1.6 \times 10^{10} \text{ Bq}$ となる。よって、 ^{226}Ra の質量 W_{Ra} は、次のように求められる。

$$I_{\text{Ra}} = \lambda N$$

$$= \frac{0.693}{T_{1/2}} \cdot \left(\frac{W_{\text{Ra}}}{A_{\text{Ra}}} \times 6.0 \times 10^{23} \right)$$

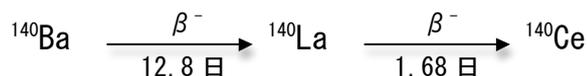
$$1.6 \times 10^{10} = \frac{0.693}{5 \times 10^{10}} \cdot \left(\frac{W_{\text{Ra}}}{226} \times 6.0 \times 10^{23} \right)$$

$$W_{\text{Ra}} = \frac{1.6 \times 10^{10} \times 5 \times 10^{10} \times 226}{0.693 \times 6 \times 10^{23}}$$

$$= 0.433 \text{ (g)}$$

よって解答は D. 0.44 となる。

3. ^{140}Ba は以下のように 2 回 β^- 壊変して ^{140}Ce になる。この逐次壊変に関する次の記述のうち、正しいものをすべて挙げよ。



- A. 分離精製した ^{140}Ba を放置すると、 ^{140}La の放射能が最大となるまでに、 ^{140}La と ^{140}Ba の放射能の和に極大が現れる。
- B. 分離精製した ^{140}Ba を放置すると、 ^{140}La の放射能が最大となるとき、 ^{140}La と ^{140}Ba の放射能の放射能は等しくなる。
- C. 分離精製した ^{140}Ba を放置すると、 ^{140}La の放射能は、最大になった後、次第に半減期 12.8 日で減衰するようになる。
- D. ^{140}Ba , ^{140}La , ^{140}Ce の原子数の総和は一定である。

(2009 年度 第一種放射線取扱主任者試験 化学より、一部修正)

(解答と解説)

解答 : A, B, C, D

解説 :

親核種の半減期が娘核種の半減期と比べ、ある程度長いとき (7 ~ 10 倍程度) 過渡平衡が成立する。

A, 正。配布資料 2 のグラフ (または、教科書 p109, 図 5.1) にあるように、過渡平衡では、娘核種の放射能が極大となる少し前に親核種と娘核種の放射能の和が極大となる。

B, 正。配布資料 2 のグラフ (または、教科書 p109, 図 5.1) から分かるように娘核種の放射能が最大となる点で親核種と娘核種の放射能が等しくなる。

C, 正。配布資料 2 のグラフ (または、教科書 p109, 図 5.1) で説明したように、ある程度時間が経過すると娘核種の放射能は、親核種の半減期で減少するようになる。

D, 正。 ^{140}Ba が壊変すると ^{140}La に、 ^{140}La が壊変すると ^{140}Ce になるので三者の合計の原子数は常に一定となる。