

反応速度

問5 (国家試験問題) CHECK! □□□

ある化合物の 25°Cにおける分解が、半減期 3 日の一次反応に従うとする。この化合物 100 mg を 6 日間、25°Cで保存したときの残量として、正しいのはどれか。1つ選べ。

- 1 17 mg 2 25 mg 3 33 mg 4 50 mg 5 75 mg

1 次反応の反応速度定数 k は、次式より求められる。ただし、 $t_{1/2}$ を消失半減期とする。

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} \text{ より、} k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

1 次反応における時間 t と濃度 C の関係式より、6 日後の濃度を求めることができる。

$$\ln C = -kt + \ln C_0 \Rightarrow \ln C = -\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times t + \ln C_0$$

$$\Rightarrow \ln C - \ln C_0 = -\frac{\ln 2}{3 \text{ (日)}} \times 6 \text{ (日)} \Rightarrow \ln \frac{C}{C_0} = \ln 2^{-2} \Rightarrow \frac{C}{C_0} = 2^{-2} = \frac{1}{4}$$

したがって、6 日後の残存濃度は初濃度の $\frac{1}{4}$ であるため $100 \text{ mg} \times \frac{1}{4} = 25 \text{ mg}$ となる。

【別解】1 次反応に従って分解する物質の半減期が 3 日であるとき、以下のようになる。

$$C_0 \xrightarrow{3 \text{ 日}} \frac{1}{2} C_0 \xrightarrow{3 \text{ 日}} \frac{1}{4} C_0 \xrightarrow{3 \text{ 日}} \frac{1}{8} C_0 \xrightarrow{3 \text{ 日}} \dots (\ast 6 \text{ 日後に } \frac{1}{4} C_0 \text{ となる})$$

解答 2

これだけは！おさえておくポイント 

<反応速度の一般式>

$$-\frac{dC}{dt} = k \times C^n$$

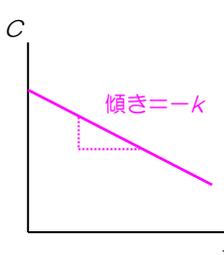
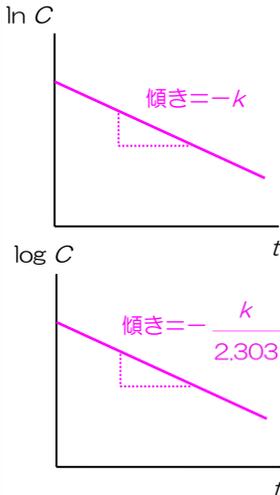
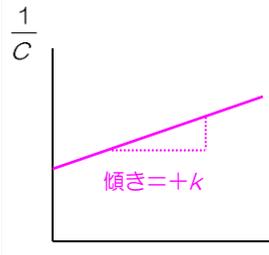
$$-\frac{dC}{dt} : (\text{分解}) \text{ 反応速度、} k : \text{反応速度定数}$$

C : t 時間後の医薬品濃度 (残存濃度)

n : 反応次数

これだけは！おさえておくポイント 

<反応次数ごとのまとめ>

	0次反応	1次反応	2次反応
速度式	$-\frac{dC}{dt} = k$	$-\frac{dC}{dt} = k \cdot C$	$-\frac{dC}{dt} = k \cdot C^2$
特徴	反応速度は、反応物の残存濃度 C と無関係で一定の値	反応速度は、反応物の残存濃度 C に比例	反応速度は、反応物の残存濃度 C の2乗に比例
時間と濃度の関係式	$C = -kt + C_0$	$\ln C = -kt + \ln C_0$ $\log C = -\frac{kt}{2.303} + \log C_0$	$\frac{1}{C} = kt + \frac{1}{C_0}$
グラフ			
半減期	$t_{1/2} = \frac{C_0}{2k}$	$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0.693}{k}$	$t_{1/2} = \frac{1}{k \cdot C_0}$
k の次元	反応次数により変化する。 k の次元 = (時間) $^{-1}$ ・(濃度) $^{1-n}$		
	(濃度)・(時間) $^{-1}$	(時間) $^{-1}$	(濃度) $^{-1}$ ・(時間) $^{-1}$

■■■ 関連問題 ■■■

問 6 (オリジナル問題) CHECK! □□□

半減期が 24 時間である医薬品が、0 次反応に従い分解するとき、48 時間後の残存濃度はいくらか。1 つ選べ。ただし、初濃度を C_0 とする。

- 1 0 2 $0.125C_0$ 3 $0.25C_0$ 4 $0.5C_0$ 5 $0.75C_0$

.....
問 7 (オリジナル問題) CHECK! □□□

1 次反応速度式に従って分解する医薬品に関する記述のうち、正しいのはどれか。1 つ選べ。

- 1 反応速度は残存濃度に無関係である。
- 2 濃度の自然対数を、時間に対してプロットすると、傾きは反応速度定数 k となる。
- 3 医薬品の濃度が $100 \mu\text{g}/\text{mL}$ の場合、半減期の 2 倍時間経過すると濃度は $0 \mu\text{g}/\text{mL}$ となる。
- 4 半減期は初濃度と反比例の関係である。
- 5 反応速度定数の単位は (時間) $^{-1}$ で表される。

.....
問 8 (オリジナル問題) CHECK! □□□

ある医薬品が 2 次反応に従い分解するとき、残存濃度が $50 \mu\text{g}/\text{mL}$ になるのに要する時間はどれか。1 つ選べ。ただし初濃度は $200 \mu\text{g}/\text{mL}$ 、反応速度定数は 0.01 h^{-1} とする。

- 1 0.5 時間 2 1 時間 3 1.5 時間 4 2 時間 5 2.5 時間

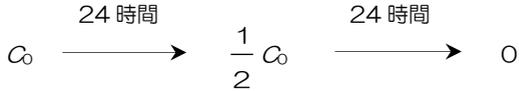
.....
【MEMO】

■■■ 解答 ■■■

問6 解答：1

0次反応の反応速度は、反応物の残存濃度に関係ない一定の値であるため、半減期の2倍時間経過すると、残存濃度は必ず0となる。

0次反応で半減期が24時間の場合、以下のように考える。



問7 解答：5

- 1 ×：反応速度が残存濃度に関係なのは、0次反応である。1次反応では反応速度が残存濃度に比例する。
- 2 ×：濃度の自然対数 $\ln C$ を、時間 t に対してプロットすると、傾きは $-k$ となる。
- 3 ×：1次反応速度式に従って分解する医薬品において、半減期の2倍時間経過すると医薬品の濃度は $\frac{1}{4}$ となるため、医薬品の濃度は $25 \mu\text{g}/\text{mL}$ となる。
- 4 ×：半減期が初濃度と反比例の関係なのは2次反応である。1次反応では、半減期は初濃度とは無関係である。
- 5 ○：反応速度定数の単位は (時間)⁻¹ で表される。

問8 解答：3

2次反応の式に代入して計算する。

$$\begin{aligned} \frac{1}{50} &= 0.01 \times t + \frac{1}{200} \\ 0.01 \times t &= \frac{1}{50} - \frac{1}{200} \\ t &= \frac{4-1}{200} \times 100 \\ &= 1.5 \text{ (時間)} \end{aligned}$$

【MEMO】