

Zakon radioaktivnog raspadanja

ΔN – broj jezgara koji se raspadne u kratkom vremenskom intervalu Δt :

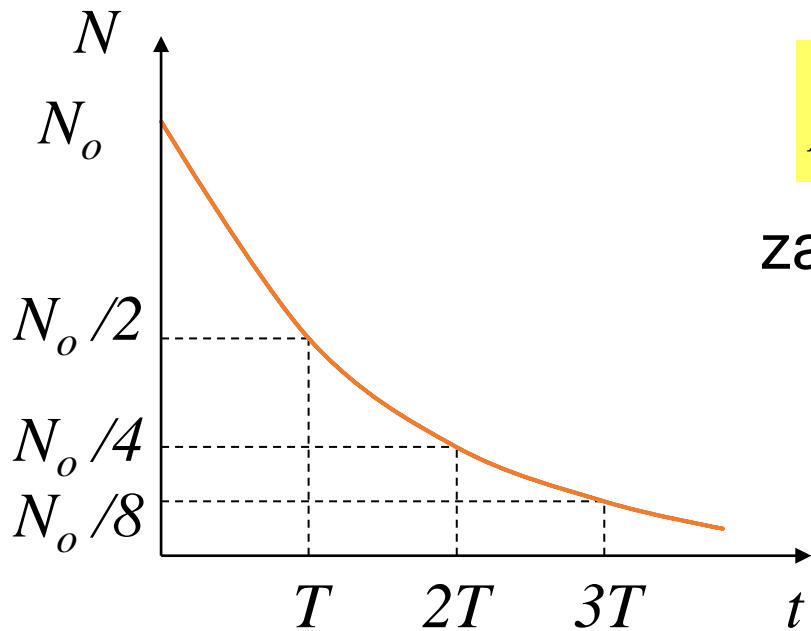
$$\Delta N = - \lambda N \Delta t \quad \text{zakon radioaktivnog raspadanja}$$

N – početni broj jezgara

λ - konstanta radioaktivnog raspadanja

“–” raspadanjem se broj neraspadnutih jezgara smanjuje

Jezgre ne stare



$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

zakon radioaktivnog raspada

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

T - vrijeme poluraspada

$\frac{t}{T}$	0	1	2	3	4
N	$N_0 = N_0 \cdot 2^0$	$\frac{N_0}{2} = N_0 \cdot 2^{-1}$	$\frac{N_0}{4} = N_0 \cdot 2^{-2}$	$\frac{N_0}{8} = N_0 \cdot 2^{-3}$	$\frac{N_0}{16} = N_0 \cdot 2^{-4}$

Aktivnost radioaktivnog izvora

Aktivnost $A = \left| \frac{\Delta N}{\Delta t} \right|$ [Bq = s⁻¹]

$$A = \lambda N$$

$$A = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

$$A_0 = \lambda N_0$$

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

$$A = A_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

Specifična aktivnost

$$a = \frac{A}{m} \text{ [Bq kg}^{-1}\text{]}$$

Primjer: Radioaktivni kobalt ^{60}Co s vremenom poluraspada 5,3 godina raspadom prelazi u ^{60}Ni . Koliko jezgara ^{60}Ni nastane nakon 10 godina iz $1\ \mu\text{g}$ kobalta?

Rješenje:

$$T = 5,3\ \text{god.}$$

$$t = 10\ \text{god.}$$

$$m_0 = 1\ \mu\text{g} = 10^{-6}\ \text{g}$$

$$\Delta N = ?$$

$$\Delta N = N_0 - N = N_0 - N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right) \quad \frac{N_0}{N_A} = \frac{m_0}{M} \quad N_0 = N_A \frac{m_0}{M}$$

$$\Delta N = N_A \frac{m_0}{M} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right) = 6,022 \cdot 10^{23}\ \text{mol}^{-1} \cdot \frac{10^{-6}\ \text{g}}{60\ \text{g mol}^{-1}} \cdot \left(1 - 2^{-\frac{10\ \text{god.}}{5,3\ \text{god.}}} \right)$$

$$\Delta N = 7,32 \cdot 10^{15}$$

Zadatak 1: Vrijeme poluraspada radija 226 je 1600 godina. Koliki se postotak jezgara raspadne za godinu dana?

Rješenje:

$$T = 1600 \text{ god.}$$

$$t = 1 \text{ god.}$$

$$p = ?$$

$$p = \frac{\Delta N}{N_0} \cdot 100\% = \frac{N_0 - N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}}{N_0} \cdot 100\% = \frac{N_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)}{N_0} \cdot 100\%$$

$$p = \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right) \cdot 100\% = \left(1 - 2^{-\frac{1 \text{ god.}}{1600 \text{ god}}}\right) \cdot 100\%$$

$$p = 0,04 \%$$

Zadatak 2: Koliko je vrijeme poluraspada i konstanta radioaktivnog raspada izotopa kojemu aktivnost opadne za 10 % nakon jednog sata? Koliko ima jezgara u trenutku kada je aktivnost 3,7 MBq?

Rješenje:

$$A = 0,90 A_0$$

$$t = 1 \text{ h}$$

$$A' = 3,7 \text{ MBq} = 3,7 \cdot 10^6 \text{ Bq}$$

$$T, \lambda, N = ?$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{6,58 \cdot 3600 \text{ s}}$$

$$\lambda = 2,93 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

$$A = A_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$0,90 A_0 = A_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$0,90 = 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$A' = \lambda N$$

$$N = \frac{A'}{\lambda} = \frac{3,7 \cdot 10^6 \text{ Bq}}{2,93 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}}$$

$$\log 0,90 = -\frac{t}{T} \log 2$$

$$T = -t \frac{\log 2}{\log 0,90}$$

$$= -1 \text{ h} \cdot \frac{\log 2}{\log 0,90}$$

$$T = 6,58 \text{ h}$$

$$N = 1,26 \cdot 10^{11}$$

Zadatak 3: Izotop ${}_{11}^{24}\text{Na}$ raspada se emitirajući alfa-čestice. Vrijeme poluraspada je 14,8 sati. Kolika je masa nastalog izotopa nakon 10 sati, ako je početna masa ${}_{11}^{24}\text{Na}$ 1 mg?

Rješenje:

$$T = 14,8 \text{ h}$$

$$t = 10 \text{ h}$$

$$m_o = 1 \text{ mg}$$

$$\Delta m = ?$$

$$\Delta N = N_0 - N = N_0 - N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right)$$

$$\Delta N \sim \Delta m \quad N_o \sim m_o$$

$$\Delta m = m_o \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right) = 1 \text{ mg} \cdot \left(1 - 2^{-\frac{10 \text{ h}}{14,8 \text{ h}}} \right)$$

$$\Delta m = 0,37 \text{ mg}$$