

## 4. Úloha z radiometrie

**Zadání:** Uran  ${}^{235}_{92}\text{U}$  se rozpadá na thorium  ${}^{231}_{90}\text{Th}$  s poločasem rozpadu  $T=7 \cdot 10^8$  let.

Sestrojte graf vyjadřující úbytek atomů uranu v čase (tj. graf  $N_t/N_0$  ku času  $t$ ), délku osy pro čas  $t$  volte blízkou pětinásobku poločasu rozpadu.

Vypočítejte dobu, za kterou se rozpadne 75% atomů uranu. Výpočet zkontrolujte v grafu.

## 4. Úloha z radiometrie

Mezi počátečním počtem atomů uranu  $N_0$  a počtem zbývajících atomů  $N_t$  v čase  $t$  platí vztah:

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

kde  $\lambda$  je rozpadová konstanta prvku, která souvisí s poločasem rozpadu  $T$  podle vztahu:

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

## 4. Úloha z radiometrie

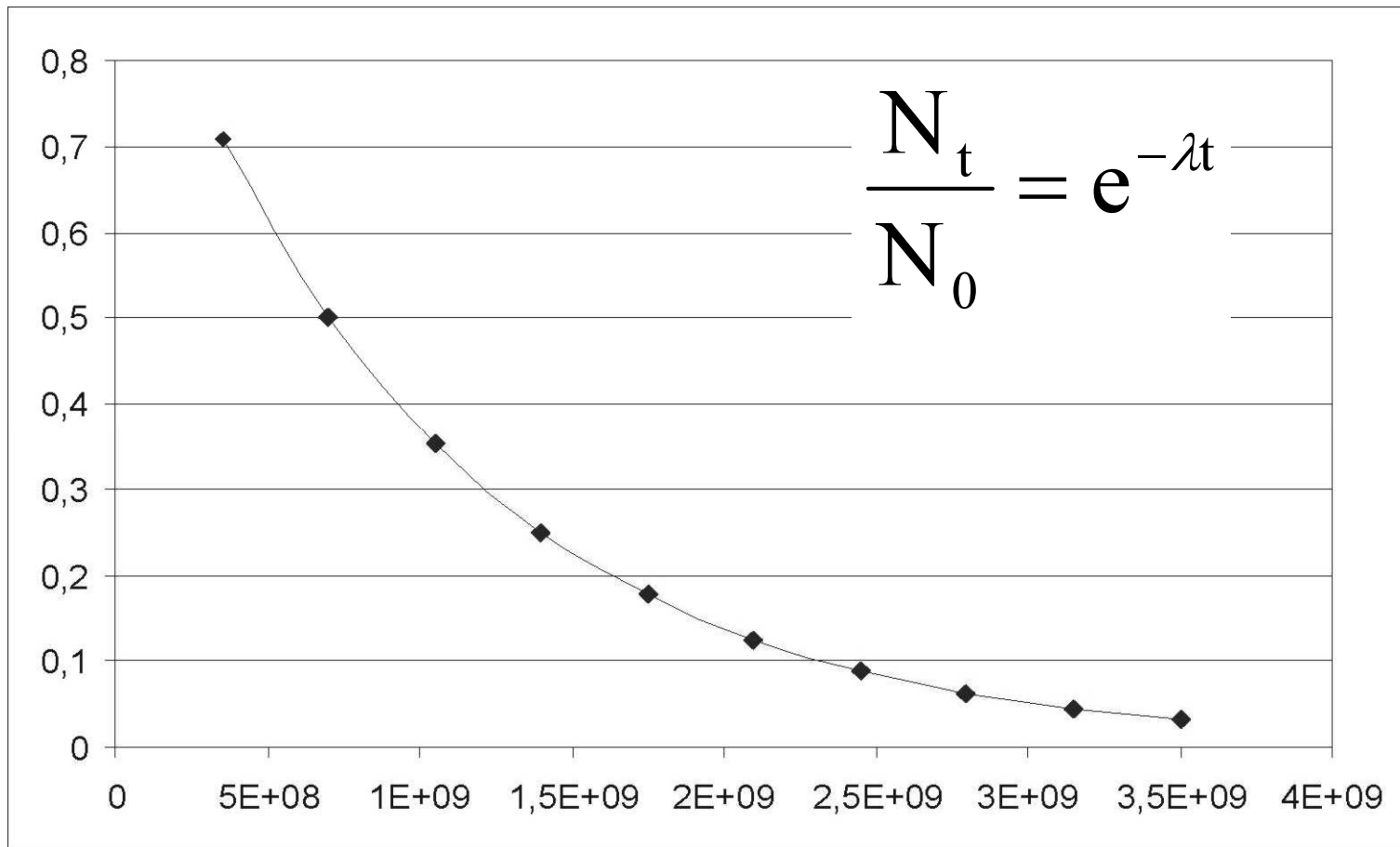
Máme sestavit graf vyjadřující úbytek atomů uranu v čase (tj. graf  $N_t/N_0$  ku času  $t$ ), vyjádříme si tedy vztah pro poměr  $N_t/N_0$ :

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t} \quad \frac{N_t}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

Vypočteme hodnoty poměru  $N_t/N_0$  pro vhodně zvolené časy  $t$  tak, abychom mohli sestavit požadovaný graf (krok na časové ose tedy volíme s ohledem na velikost poločasu rozpadu).

# 4. Úloha z radiometrie

Pak sestrojíme graf:



## 4. Úloha z radiometrie

Dále máme vypočítat dobu, za kterou se rozpadne 75% atomů uranu – tj. máme vypočítat dobu, za kterou v systému zůstane zachováno 25% původních atomů uranu (totiž 100% - 75%). Předpokládáme-li, že v čase  $t=0$  je v systému množství atomů odpovídající 100% (tj.  $N_0=100\%$ ), pak v hledaném čase  $t=x$ , zůstane jen 25% původního množství atomů (tj.  $N_t=25\%$ ) a vzájemný poměr  $N_t/N_0$  je pak roven 25%/100%, což je 0.25. Dosazením do vztahu pro závislost poměru  $N_t/N_0$  na čase tak získáme vztah, ve kterém bude jedinou neznámou čas  $t$ .

$$\frac{N_t}{N_0} = e^{-\lambda t} \quad \frac{N_t}{N_0} = (1 - 0.75) = 0.25 = e^{-\lambda t}$$

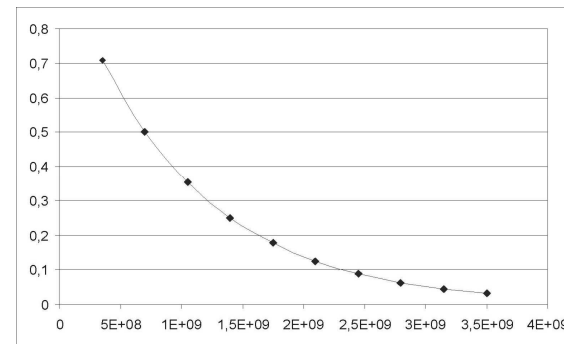
## 4. Úloha z radiometrie

Získanou rovnicí o jedné neznámé pak snadno vyřešíme.

$$\frac{N_t}{N_0} = e^{-\lambda t} \quad \frac{N_t}{N_0} = (1 - 0.75) = 0.25 = e^{-\lambda t}$$

$$0.25 = e^{-\lambda t} \Leftrightarrow \ln(0.25) = -\lambda t \Leftrightarrow t = \frac{\ln(0.25)}{-\lambda}$$

$$t = 1,4 \cdot 10^9 \text{ let}$$



## 4. Úloha z radiometrie

V grafu pak zkontrolujeme, zda poměr  $N_t/N_0$  odpovídající hodnotě 0.25 je skutečně dosažen při  $t=1,4 \cdot 10^9$  let:

$$0.25 = e^{-\lambda t} \Leftrightarrow \ln(0.25) = -\lambda t \Leftrightarrow t = \frac{\ln(0.25)}{-\lambda}$$

$$\frac{N_t}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

