

Megoldás. a) Mivel a 13-as tömegszámú nitrogénizotóp felezési ideje $T = 10$ perc, így $N_0 = 10^{10}$ darab atomból $t = 20$ perc elteltével a bomlási törvény szerint

$$N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = 0,25N_0$$

bomlatlan mag marad, vagyis

$$\Delta N = N_0 - 0,25 N_0 = 0,75 N_0 = 7,5 \cdot 10^9$$

darab atommag bomlik el.

b) Az exponenciális bomlási törvényt a feladat első részében azért alkalmazhattuk, mert ott nagyon sok atommagot vizsgáltunk egyszerre. Kis számú atommag esetén a bomlások számának „szórása” viszonylag nagy, így az elbomlott atommagok számát nem tudjuk pontosan megadni, csupán a különböző lehetőségek valószínűségét számíthatjuk ki.

Egy bizonyos atommag $t = 2T$ idő alatt $p = \frac{3}{4}$ eséllyel bomlik el és $1 - p = \frac{1}{4}$ valószínűséggel marad bomlatlan állapotban. Több – egymástól függetlennek tekinthető – bomlásnál a binomiális eloszlás adja meg annak valószínűségét, hogy N atommagból a megadott idő alatt éppen k darab bomlik el:

$$P(k) = \binom{N}{k} p^k (1-p)^{N-k} = \binom{4}{k} \frac{3^k}{4^4} \quad (k = 0, 1, 2, 3, 4).$$

A különböző számú bomlások valószínűsége:

$$P(4) \approx 32\%, \quad P(3) \approx 42\%, \quad P(2) \approx 21\%, \quad P(1) \approx 5\%, \quad P(0) < 1\%.$$

Látható, hogy ilyen kevés atommagnál a bomlások számát nem tudjuk határozottan megmondani, csupán annyit állíthatunk, hogy a 4 atommagból – feltehetően – legalább 2 elbomlik, de annak is van egy kicsi esélye, hogy csak egy bomlás, vagy akár egyetlen egy se következik be.