

Feladatunkat egy egyszerű keveredési problémaként kezeljük, tekintsünk el az elemek biológiai körforgásától, egyéb kémiai átalakulásokról.

Először számoljuk ki, hány molekulát tartalmazott Caesar utolsó lehelete!

Ehhez tudnunk kell, hogy egy ember átlagos lélegzetének térfogata 0,5 liter, a kifújott levegő jó közelítéssel $p_0 = 10^5$ Pa nyomású és $T = 310$ K hőmérsékletű. Az általános gáztörvényből:

$$N = pV/kT \approx 1,2 \cdot 10^{22} \text{ db molekula.}$$

A Föld légkörében található molekulák számát a Föld felszíne és a légköri nyomás értékéből számíthatjuk ki. Mivel a felszín minden m^2 -re 10^5 N erő hat, a felette található levegőoszlop tömege $\approx 10^4$ kg. Ezt szorozva a felszín $5,1 \cdot 10^{14}$ m^2 nagyságával, megkaphatjuk a légkör teljes $m = 5,1 \cdot 10^{18}$ kg tömegét. Innen

$$N_0 = m/M \cdot N_A = 1,1 \cdot 10^{44} \text{ db molekula,}$$

ahol M a levegő átlagos moláris tömege, N_A pedig az Avogadro szám.

Átlagosan $N_0/N = 9 \cdot 10^{21}$ db levegőmolekulára jut egy olyan, amely a császári utolsó leheletből származik, feltéve persze, hogy a mintegy 2000 év alatt az tökéletesen elkeveredett a légkörben.

Mivel belégzéskor is kb. $N = 1,2 \cdot 10^{22}$ db molekulát lélegzünk be, így átlagosan $N^2/N_0 \approx 1,5$ molekula jut egy belégzésre.

Így Mr. Jamesnek az átlagot tekintve igaza van, de a statisztikus szórás miatt a „legalább egy molekula” túl erős állítás.