



1.4 Koncentrációegységek és átszámításuk

A gázkeverékek vagy természetes gázelegyek (mint a levegő) összetételét és a különböző tisztaságú gázok szennyező komponenseinek megengedett vagy ténylegesen mért mennyiségét az alkotórészek (komponensek) koncentrációjával fejezzük ki. Leginkább használatosak a dimenzió nélküli koncentrációegységek, amelyek alkalmazásakor mindig meg kell adni, hogy mólrészre (anyagmennyiség-részre), **n**, térfogatrészre, **V**, vagy tömegrészre, **m**, vonatkoznak-e.

Nagyobb koncentrációk megadására használatos az *x*-szel jelölt móltört, térfogattört és tömegtört: **x(n/n)**, **x(V/V)** és **x(m/m)**, valamint a mólszázalék, térfogatszázalék és tömegszázalék: **%(n/n)**, **%(V/V)** és **%(m/m)**. Kis koncentrációkat (főleg a szennyező-komponensekét) viszont általában a **ppm** vagy **ppb** értékben adunk meg. Szabályosan ezek esetében is jeleznünk kell, hogy mire vonatkoznak, mert különben az érték nem egyértelmű.

Az **x** értékek az egységekre, mint egészre vonatkoznak, tehát mindig 1-nél kisebbek, a százalék (%) századrészt jelent, a **ppm** milliomodrész (az angol „parts per million”-ból), vagyis a % tizedes része, a **ppb** viszont nem billiomodrész, hanem milliárdod-rész, vagyis a ppm ezredrésze. (Az USA szóhasználatában a billió nem 10^{12} , hanem 10^9).

Ezeknek a dimenzió nélküli koncentrációegységeknek az egymásba való átszámítását a közölt táblázatból is megkaphatjuk.

A gáz- vagy gőzkomponensek koncentrációját egzakt módon móltörrel, illetve az ennek megfelelően szintén dimenzió nélküli mólszázalékkal **%(n/n)** és mól-ppm-mel **(ppm(n/n))**, vagy tömegtörrel, illetve az ennek megfelelő tömegszázalékkal **%(m/m)** és tömeg-ppm-mel **(ppm(m/m))** adhatjuk meg.

A térfogatszázalék **%(V/V)**, illetve térfogat-ppm **(ppm(V/V))** a gázok eltérő kompresszibilitása miatt nem egyértelmű koncen-

trációegység, de az atmoszferikus nyomás és a környezeti hőmérséklet közelében gyakorlatilag a mólkoncentrációkkal azonosnak tekinthetjük, ezért a gyakorlatban (például a termék-specifikációkban is) általában ezeket használjuk, mivel a gázok mennyiségét általában térfogategységben (többnyire m^3 -ben) adjuk meg.

Dimenzió nélküli koncentrációegységek átszámítási tényezői

	móltört térfogattört tömegtört	%(n/n) %(V/V) %(m/m)	ppm(n/n) ppm(V/V) ppm(m/m)	ppb(n/n) ppb(V/V) ppb(m/m)
móltört térfogattört tömegtört	1	10^2	10^6	10^9
%(n/n) %(V/V) %(m/m)	10^{-2}	1	10^4	10^7
ppm(n/n) ppm(V/V) ppm(m/m)	10^{-6}	10^{-4}	1	10^3
ppb(n/n) ppb(V/V) ppb(m/m)	10^{-9}	10^{-7}	10^{-3}	1

A táblázatban a vízszintes sorok függenek össze, így például **1% = 10^4 ppm**, **1 ppb = 10^{-3} ppm** és **1 ppm(n/n) koncentrációnak 10^{-6} móltört felel meg**.

A dimenziós koncentrációegységek, mint a tömegkoncentráció **mg/m³** vagy **g/m³** mértékegysége viszont a hőmérséklettől és nyomástól is erősen függenek, ezért csak az állapotváltozók meghatározott értéke esetén érvényesek. Mivel egyes esetekben (például vízgőz- vagy más gőzalakú komponensek esetén) mégis például **mg/m³** koncentrációegységet használnak, ilyen esetekben az átszámítást a gáztörvény alapján el kell végezni.

Ha a megfelelő állandókat, valamint a hőmérséklet és nyomás adatát behelyettesítjük, akkor 15 °C hőmérsékleten és 1 bar nyomáson a következő összefüggés érvényes:

$$C_x \text{ (ppm(n/n))} = \frac{23,9587 \cdot c \text{ (mg/m}^3\text{)}}{M}, \text{ ahol}$$

C_x a gázkomponens koncentrációja ppm(n/n)-ben (illetve a gyakorlatban inkább használt ppm(V/V)-ben),

c a gázkomponens koncentrációja mg/m³-ben, 15 °C hőmérsékleten és 1 bar nyomáson és

M a gáz molekulatömege g/mol.

Fordítva, ha a ppm(n/n) (illetve ppm(V/V)) koncentrációt kell átszámítanunk mg/m³ koncentrációra, akkor:

$$c = \frac{M \cdot C_x}{23,9587}$$

Megjegyzés: A műszaki gyakorlatban a gázok adatait általában nem a normálállapotra (0 °C hőmérsékletre és 1 atm = 1,01325 bar nyomásra), hanem 15 °C hőmérsékletre és 1 bar nyomásra (az úgynevezett technikai normálállapotra) vonatkoztatjuk.

A móltört és a tömegtört, illetve az ezeknek megfelelő dimenzió nélküli koncentrációegységek átszámításakor nemcsak a szóban forgó komponens, hanem az alapgáz molekulatömegére is szükség van, és mivel a tömeg a mólszám és a molekulatömeg szorzata, kétkomponensű gázelegyet esetén az általános átszámítási képlet a következő:

$$x(m/m) = \frac{x(n/n) \cdot M}{[1 - x(n/n)] \cdot M_a}, \text{ ahol}$$

$x(m/m)$ a szóban forgó komponens tömegtörtje,

$x(n/n)$ a szóban forgó komponens móltörtje,

M a szóban forgó komponens molekulatömege és

M_a az alapgáz molekulatömege.

Többkomponensű gázelegyek esetén az összes komponens móltörtjét és molekulatömegét figyelembe kell venni, így a számítás bonyolultabb lesz, ha viszont kis (ppm nagyságrendű) koncentrációkról van szó, akkor $(1 - x)$ gyakorlatilag eggyel egyenlő, így a képlet egyszerűsödik:

$$x(m/m) = \frac{M}{M_a} x(n/n), \text{ vagy fordítva:}$$

$$x(n/n) = \frac{M}{M_a} x(m/m).$$

Ezek az egyszerűsített képletek a mól- és tömeg-törtek helyett ppm-es koncentrációkkal és több komponens esetében is használhatók, ha az alapgáz egykomponensű, és a szóban forgó és többi szennyező komponens koncentrációja is ppm nagyságrendű.

Lássunk egy-egy példát ilyen átszámításokra:

1. 10 ppm vízgőz hány g/m³-nek felel meg?

Mivel a víz (H₂O) molekulatömege 18,0153,

$$c = \frac{M \cdot C_x}{23,9587} = \frac{18,0153 \cdot 10}{23,9587} = 7,52 \text{ g/m}^3$$

2. 10 ppm(m/m) propán (C₃H₈) szennyeződés hány ppm(n/n) vagy gyakorlatilag ppm(V/V) C₃H₈-nak felel meg nitrogénben?

A C₃H₈ molekulatömege: 44,0956, a nitrogéné pedig 28,0134, így

$$x(n/n) = \frac{M}{M_a} x(m/m) = \frac{28,0134}{44,0965} 10 = 6,35 \text{ ppm(n/n),}$$

gyakorlatilag **6,35 ppm(V/V)**

