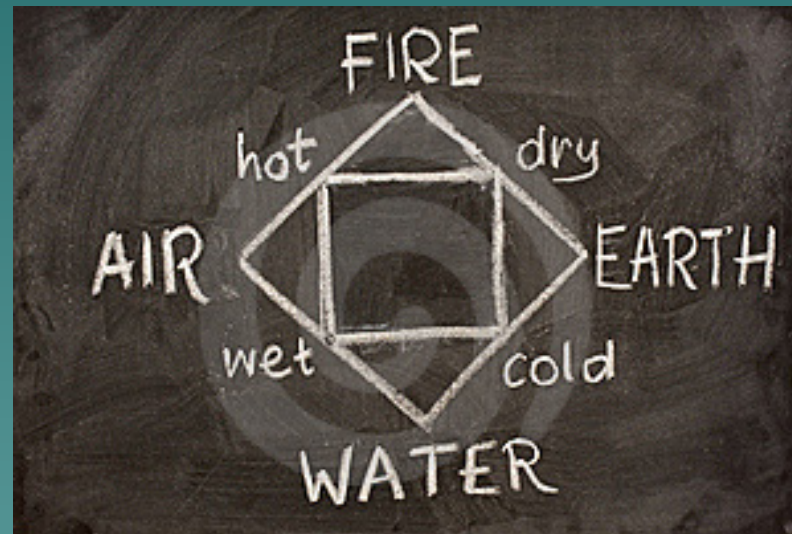


# A FÖLD LÉGKÖRÉNEK ÖSSZETÉTELE



A Föld szilárd kérgét gáznemű közeg  
övezi, amelyet levegőnek hívunk.

Empedoklész (i.e. 484-424): A levegő anyag, egyike a négy  
őselemnek

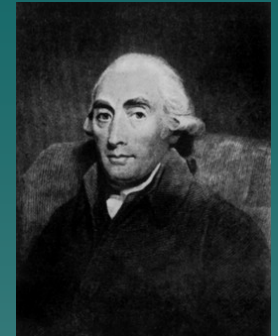
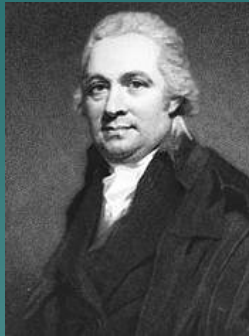


Több mint 2000 évig nincs új ötlet!

## 18. század: az analitikai kémia hajnala

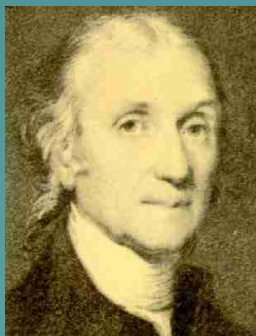
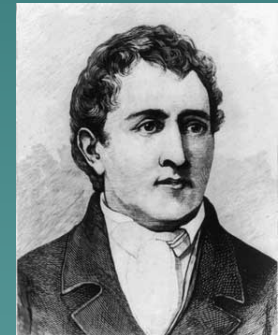
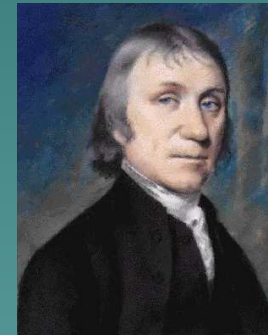
a levegő nem őselem – vegyület vagy gázkeverék?

1756: **Joseph Black** felfedezi a szén-dioxidot a légkörben



1772: **Daniel Rutherford** felfedezi a nitrogént a légkörben

1774: **Joseph Priestly** és **Carl Wilhelm Scheele** felfedezi az oxigént a légkörben



1781: **Henry Cavendish**: a levegő 20,83%-a **oxigén (20,95%)**, 78,33%-a **nitrogén (78,08%)**, 0,83% egyéb

*(J. W. S. Rayleight és W. Ramsey, 1894: az argont felfedezése (0,93%))*

## Sir Henry Davy (1778-1829):

a levegő vegyület, különben az oxigén és a nitrogén fajsúly szerint szétválna



- az oxigén/nitrogén arány nem állandó, kémiai úton megváltoztatható
- a levegő fizikai tulajdonságai megfelelnek az oxigén-nitrogén gázkeverék tulajdonságainak
- nitrogén + oxigén vegyítésénél nincs térfogatváltozás
- az oxigén/nitrogén arány kb. 1:3,75 →  $N_{15}O_4$  vagy bonyolultabb – valószínűtlen

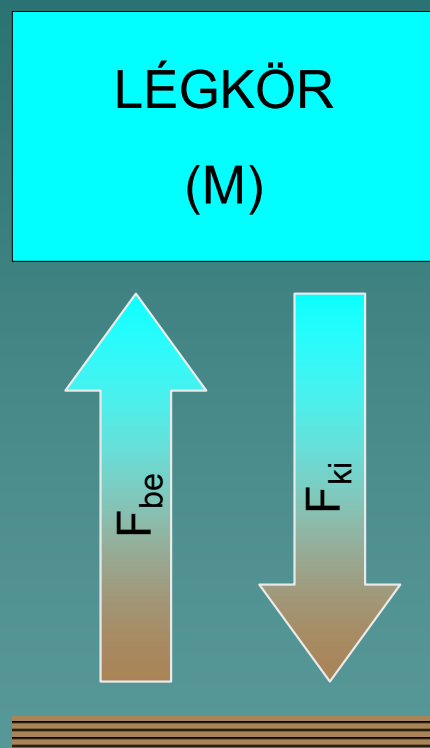
A levegő gázkeverék, a természetes, tiszta levegő is számtalan gáz keveréke.

Szennyezett, városi levegő: akár több ezer komponens

Gáz		mennyiség	$\tau$
<b>Állandó</b>			
nitrogén	N <sub>2</sub>	78,084 %	~10 <sup>6</sup> év
oxigén	O <sub>2</sub>	20,946 %	5·10 <sup>3</sup> év
argon	Ar	0,934 %	
neon	Ne	18,18 ppm	
hélium	He	5,24 ppm	1·10 <sup>7</sup> év
kripton	Kr	1,14 ppm	
xenon	Xe	0,087 ppm	
<b>Változó</b>			
szén-dioxid	CO <sub>2</sub>	390 ppm	(10 év)
metán	CH <sub>4</sub>	1,8 ppm	(7 év)
hidrogén	H <sub>2</sub>	0,5 ppm	6,5 év
dinitrogén-oxid	N <sub>2</sub> O	0,3 ppm	(110 év)
ózon	O <sub>3</sub>	(1-5)·10 <sup>-2</sup> ppm <sup>#</sup>	~2 év <sup>#</sup>
<b>Erősen változó</b>			
víz	H <sub>2</sub> O	(0,4-400)·10 <sup>2</sup> ppm	~10 nap
szén-monoxid	CO	0,05-0,25 ppm	0,2-0,5 év
nitrogén-dioxid	NO <sub>2</sub>	(0,1-5)·10 <sup>-3</sup> ppm	8-10 nap
ammónia	NH <sub>3</sub>	(0,1-10)·10 <sup>-3</sup> ppm	~5 nap
kén-dioxid	SO <sub>2</sub>	(0,03-30)·10 <sup>-3</sup> ppm	~2 nap
kén-hidrogén	H <sub>2</sub> S	(<0,01-0.6)·10 <sup>-3</sup> ppm	~0,5 nap

## Légköri tartózkodási idő ( $\tau$ ):

kvázi-stacionárius állapotra értelmezzük  
(a légkör összetétele nem változik)



$$\text{kvázi-stacionaritás} \Rightarrow F_{be} = F_{ki}$$

$$\tau = \frac{M}{F_{be}} = \frac{M}{F_{ki}}$$

$$M = F_{be} \cdot \tau$$

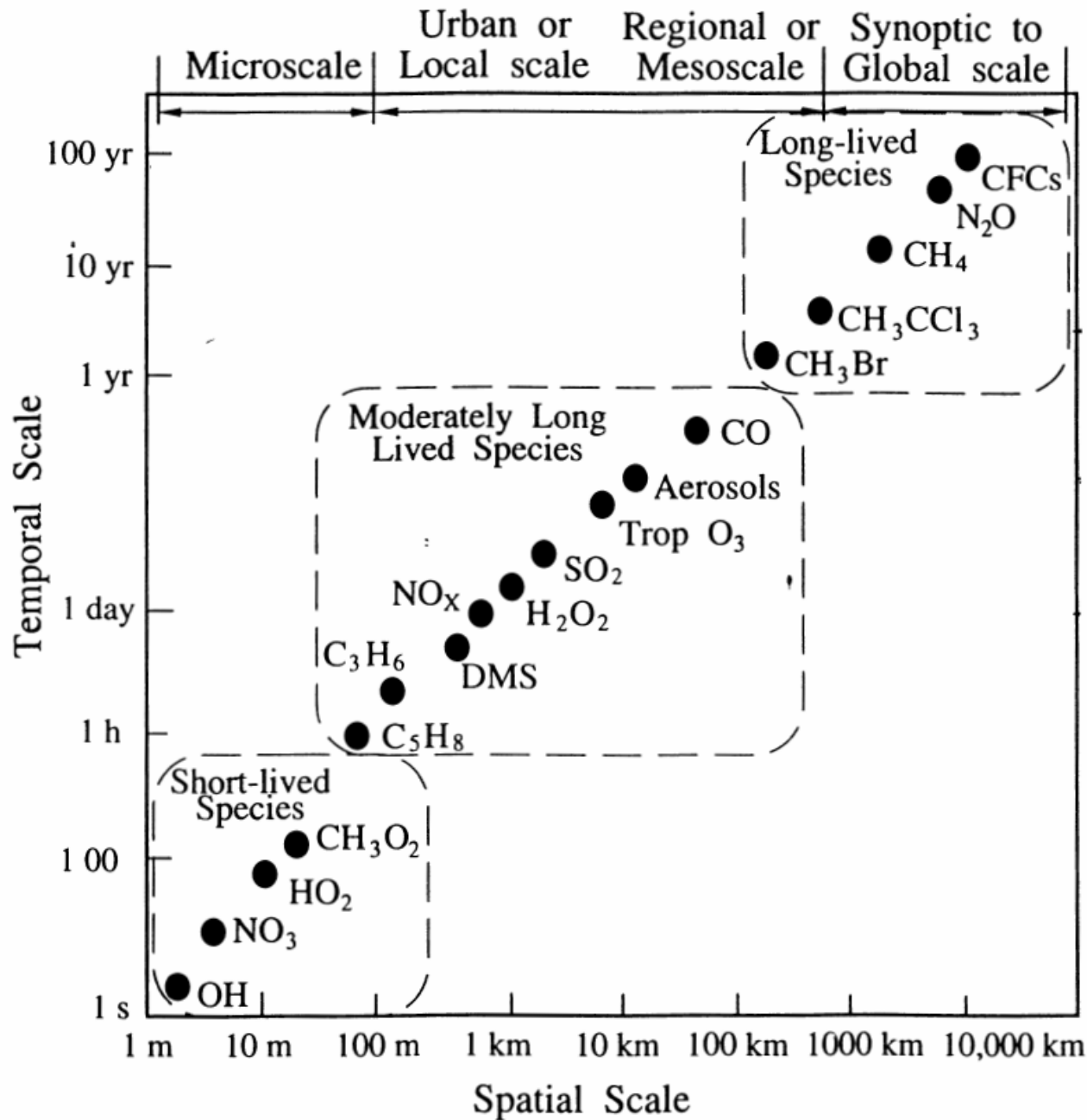
$$M = F_{ki} \cdot \tau$$

$\tau > 100$  év -- állandó gázok

$\tau \sim 1-100$  év -- változó gázok

$\tau < 1$  év -- erősen változó gázok

# Tartózkodási idő – térbeli változékonyság



## Mennyiségek:

- tömeg/térfogat - koncentráció
- darab/térfogat - darab-koncentráció
- térfogat/térfogat - térfogat-arány, térfogati keverési arány
- tömeg/tömeg - tömeg-arány, tömeg keverési arány
- mol/mol - mol(áris) arány

Ideális gázok esetén a kapcsolatot az egyesített gáz-törvény teremti meg:

$$p \cdot V = m \cdot R \cdot T$$

$$R = 8,314 \text{ kg m}^2/\text{s}^2/\text{K}/\text{mol}$$

$$A = 6,021 \cdot 10^{23} \text{ (darab)}/\text{mol}$$

Légkörben: térfogat-arány, mol-arány, koncentráció

Reakciókinetikában: darab-koncentráció



Gáz		mennyiség	$\tau$
<b>Állandó</b>			
nitrogén	N <sub>2</sub>	78,084 %	~10 <sup>6</sup> év
oxigén	O <sub>2</sub>	20,946 %	5·10 <sup>3</sup> év
argon	Ar	0,934 %	
neon	Ne	18,18 ppm	
hélium	He	5,24 ppm	1·10 <sup>7</sup> év
kripton	Kr	1,14 ppm	
xenon	Xe	0,087 ppm	
<b>Változó</b>			
szén-dioxid	CO <sub>2</sub>	390 ppm	(10 év)
metán	CH <sub>4</sub>	1,8 ppm	(7 év)
hidrogén	H <sub>2</sub>	0,5 ppm	6,5 év
dinitrogén-oxid	N <sub>2</sub> O	0,3 ppm	(110 év)
ózon	O <sub>3</sub>	(1-5)·10 <sup>-2</sup> ppm <sup>#</sup>	~2 év <sup>#</sup>
<b>Erősen változó</b>			
víz	H <sub>2</sub> O	(0,4-400)·10 <sup>2</sup> ppm	~10 nap
szén-monoxid	CO	0,05-0,25 ppm	0,2-0,5 év
nitrogén-dioxid	NO <sub>2</sub>	(0,1-5)·10 <sup>-3</sup> ppm	8-10 nap
ammónia	NH <sub>3</sub>	(0,1-10)·10 <sup>-3</sup> ppm	~5 nap
kén-dioxid	SO <sub>2</sub>	(0,03-30)·10 <sup>-3</sup> ppm	~2 nap
kén-hidrogén	H <sub>2</sub> S	(<0,01-0.6)·10 <sup>-3</sup> ppm	~0,5 nap

## Mennyiségek: térfogati keverési arány

térfogat-arány

$10^{-2}$	%	
$10^{-6}$ ( $10^{-4}\%$ )	ppm	$\mu\text{mol/mol}$
$10^{-9}$ ( $10^{-7}\%$ )	ppb	$\text{nmol/mol}$
$10^{-12}$ ( $10^{-10}\%$ )	ppt	$\text{pmol/mol}$

*(ppm, ppb, ppt – nem SI, de eltűrt)*

## Prefixumok:

$10^{-3}$	milli- (m)	$10^3$	kilo- (k)
$10^{-6}$	mikro- ( $\mu$ )	$10^6$	mega- (M)
$10^{-9}$	nano- (n)	$10^9$	giga- (G)
$10^{-12}$	piko- (p)	$10^{12}$	terra- (T)
$10^{-15}$	femto- (f)	$10^{15}$	peta- (P)
$10^{-18}$	atto- (a)	$10^{18}$	exa- (E)

Nitrogén 78,08%

Oxigén 20,95%

Argon 0,93%

Vízgőz 3,56%

Szén-dioxid 0,04%

**Összesen 103,56%**

