

POČÁTKY ATOMOVÉ TEORIE

VÝVOJ

Řeční filosofové:

- jak vznikl tento svět a jaká je jeho podstata ?

Pralátka

Dva směry řecké filosofie

- "spojitá" pralátka (hmota)
- "nespojité" pralátka (hmota)

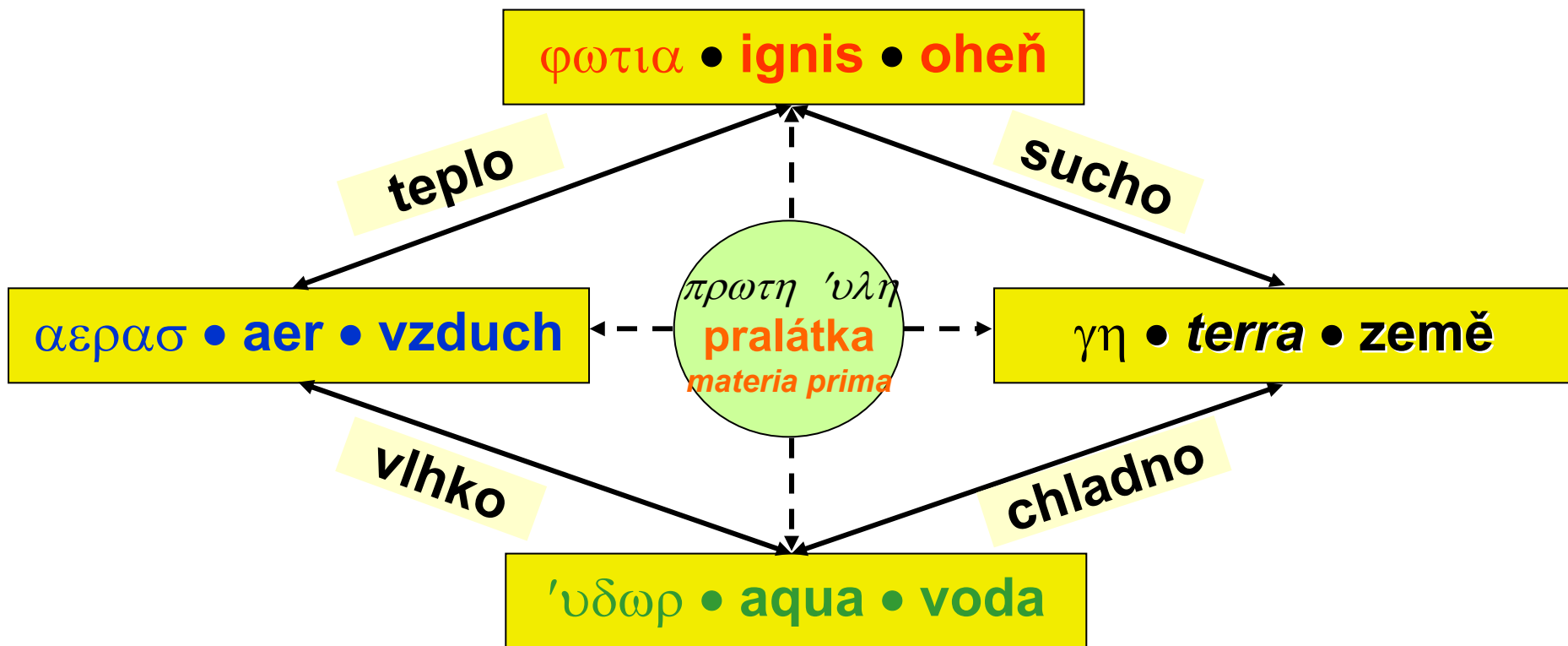
"Spojitá" pralátka

- vnější vlastnosti látek nejsou důsledkem vnitřních změn v jejich struktuře
- jsou základem, z něhož se látky samy tvoří

Empedokles z Akragantu (490-430 př. n. l.)

Aristoteles (384-322 př. n. l.)

⇒ tetrasomiální teorie



Tetrasomiální teorie

"Nespojitá" pralátka

- všechna tělesa se skládají z velice malých **dále nedělitelných** částic - atomů (z řeckého *atómos* - nedělitelný)

při neomezené dělitelnosti by nakonec nezbylo nic, co by mohlo být nositelem vlastností dané látky

- atomy se od sebe liší tvarem a velikostí
⇒ rozmanitost ve vlastnostech látek

Anaxagoras z Klazomenai (498-428 př.n.l.)

- tělesa jsou neomezeně dělitelná a při tom si zachovávají svoje vlastnosti
(zlato je složeno z "malých semínek" zlata atd.)

Leukippos (500-440 př. n. l.)

Demokritos z Abdéry (asi 460-370 př. n. l.)

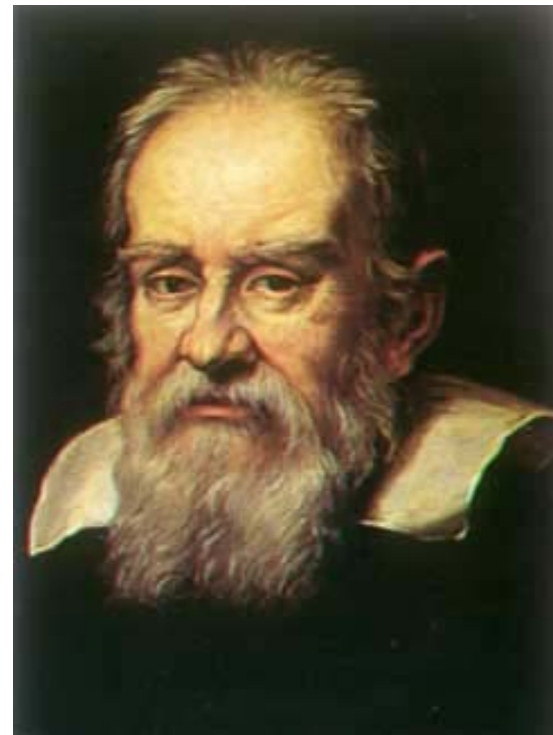
- atomy - nepatrné, nedělitelné částičky, které se navzájem kombinují a tvoří tak tělesa

Aristotelova autorita byla natolik velká, že jeho učení zvítězilo nad Demokritovým a bylo uznáváno až do 17. století

Galileo Galilei (1564 - 1642)

"Vznik nových látek při chemických proměnách je dán přemístěním částic, příliš malých, aby mohly být spatřeny."

Assayer, 1623



Robert Boyle (1627 - 1691)

- odmítl tetrasomiální teorii
- definoval prvek (▶ dokazatelná, dále nerozložitelná součást těles, ▶ látka, která v chemické reakci nabývá na váze)

The sceptical chemist ..., 1661

- vypracoval korpuskulární teorii
vysvětloval řadu fyzikálních jevů na základě pohybu a srážek pevných částic, s proměnným tvarem a velikostí

Origin of forms and qualities according to the Corpuscular Philosophy, 1666



Isaac Newton (1642 - 1727)

- **korpuskulární teorie**

"Hmota je formována do pevných, celistvých, tvrdých, neprostupných a pohyblivých částic, takové velikosti a tvaru a v takovém množství a proporcích, které je činí nejvhodnější k účelům, ke kterým byly určeny."

Opticks, 1704



STECHEMETRIE

z řečtiny:

στοιχεον (stechéon) = látka, hmota, μέτρειν = měřit

Jeremias Benjamin Richter (1762-1807)

Anfangsgründe der Stöchiometrie, 3 sv., 1792-1794:

"Stechiometrie je věda o měření kvantitativních proporcí neboli hmotných poměrů ve kterých chemické prvky stojí jeden k druhému."

Richter: váhové poměry reagujících látek (ekvivalenty)

Kyseliny	
sírová	1000
dusičná	1351
chlorovodíková	908
uhličitá	551
	<i>atd.</i>

Zásady	
oxid draselný	1177
oxid sodný	780
oxid vápenatý	710
oxid hořečnatý	515
	<i>atd.</i>

Např. 908 váhových částí HCl se neutralizuje 515 váhovými částmi MgO nebo 780 váhovými částmi Na₂O *atd.*

ZÁKON STÁLÝCH POMĚRŮ SLUČOVACÍCH

Joseph Louis Proust (1754-1826)



**ZÁKON STÁLÝCH POMĚRŮ
SLUČOVACÍCH - 1797**

**Váhové poměry prvků tvořících jakoukoliv sloučeninu
jsou stálé a neproměnné.
Lze je vyjádřit malými celými čísly.**

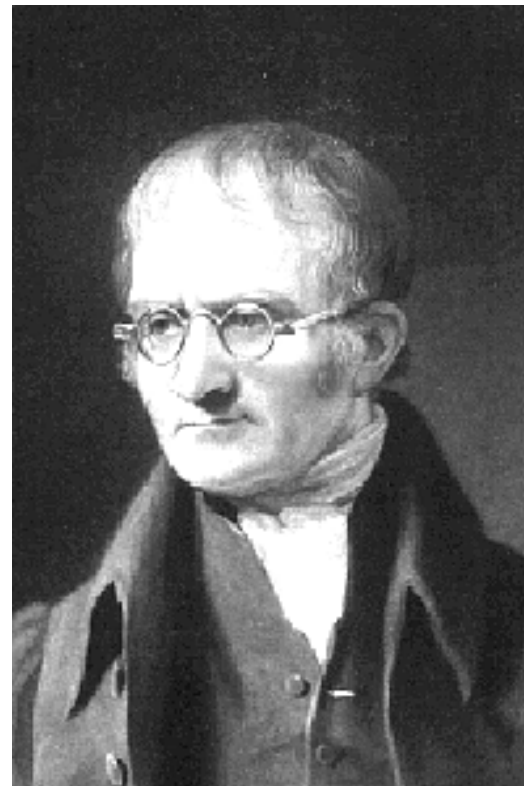
**spor s Claude Bertholletem (1748-1822) o platnost
- nestechiometrické sloučeniny → bertolidy**

ZÁKON NÁSOBNÝCH POMĚRŮ SLUČOVACÍCH

John Dalton (1766 - 1844)

daltonismus: barvoslepost úplná nebo částečná (se záměnou **červené** a **zelené** barvy)

**ZÁKON NÁSOBNÝCH (MNOŽNÝCH)
POMĚRŮ SLUČOVACÍCH - 1808**



Prvky se mohou slučovat v několika určitých poměrech na různé sloučeniny. Poměr prvků lze vyjádřit celými malými čísly.

DALTONOVA ATOMOVÁ TEORIE

Robert Boyle (1627 - 1691):

„Elementem čili prvkem nemůže být žádné těleso, které není dokonale homogenní a které se dá rozdělit do jakéhokoli počtu zřetelně odlišných látek, ať jakkoliv malých.“

X

John Dalton (1766 - 1844):

- **prvek a atom jsou dvě rozdílné představy**

ATOMOVÁ TEORIE VYLOŽENA v:

New system of Chemical Philosophy,

I. díl 1. část **1808**, 2. část **1810**, II. díl. **1827**

Základní postuláty :

- hmota se skládá z velmi malých dále nedělitelných částic - atomů
- atomy téhož prvku jsou stejné, atomy různých prvků se liší hmotností, velikostí a dalšími vlastnostmi
- v průběhu chemických dějů se atomy spojují, oddělují nebo přeskupují, přičemž ale nemohou vznikat nebo zanikat
- slučováním dvou či více prvků vznikají chemické sloučeniny, slučování probíhá jako spojování celistvých počtů atomů těchto prvků (v poměrech celých čísel)
- jednoduché sloučeniny vždy obsahují jeden atom každého zúčastněného prvku

Jednotlivé atomy je nemožné vážit
- systém atomových vah musí být relativní



• základ stupnice - nejlehčí prvek = vodík
⇒ atomová váha 1

• nejjednodušší sloučenina = voda
1 atom vodíku + 1 atom kyslíku

"Princip (maximální) jednoduchosti"

• princip jednoduchosti přenesl i na další sloučeniny

Atomová váha kyslíku:

- analýza vody (Daltonovy údaje):

87,4 částí kyslíku a 12,6 částí vodíku

$$\text{H} : \text{O} = 12,6 : 87,4 = 1 : (87,4/12,6) = 1 : 6,94 \approx \underline{1 : 7}$$

Dalton: atomová váha kyslíku = 7

- analýza vody podle současných údajů:

88,81 částí kyslíku a 11,19 částí vodíku

$$\text{H} : \text{O} = 11,19 : 88,81 = 1 : (88,81/11,19) = 1 : 7,93 \approx \underline{1 : 8}$$






- podle současných atomových hmotností:



$$4 \times 1,008 + 2 \times 16 = 36,032$$

$$1 \text{g H odpovídá } (2 \times 16) / (4 \times 1,008) = 7,94 \approx \underline{8}$$

Původní atomové váhy (1808):

ELEMENTS			
	Hydrogen	^w 1	
	Azote	5	
	Carbon	5	
	Oxygen	7	
	Phosphorus	9	
	Sulphur	13	
	Magnesia	20	
	Lime	24	
	Soda	28	
	Potash	42	
	Strontian		^w 46
	Barytes		68
	Iron		50
	Zinc		56
	Copper		56
	Lead		90
	Silver		190
	Gold		190
	Platina		190
	Mercury		167

Prvek	původní Daltonova atomová váha	dnešní atomová hmotnost
vodík	1	1,008
dusík	5	14,01
uhlík	5	12,01
kyslík	7	16,00
fosfor	9	30,97
síra	13	32,10
hořčík	20	24,31
vápník	23	40,08
sodík	28	22,99
draslík	42	39,10















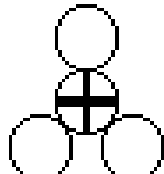


Prvek	původní Daltonova atomová váha	dnešní atomová hmotnost
stroncium	46	87,63
železo	38	55,85
zinek	56	65,38
měď	56	63,54
olovo	95	207,21
stříbro	100	107,88
platina	100	195,23
zlato	140	197,20
rtuť	167	200,61

	Dalton		Současnost	
voda	1O+1H	8	H ₂ O	18,016
amoniak	1N+1H	6	NH ₃	17,032
oxid dusný	2N+1O	17	N ₂ O	44,02
oxid uhličitý	1C+2O	19	CO ₂	44,01
sirovodík	1S+3H	16	H ₂ S	34,09
ethanol	3C+1H	16	C ₂ H ₅ OH	46,06
kyselina octová	2C+2HO	23	CH ₃ COOH	60,05

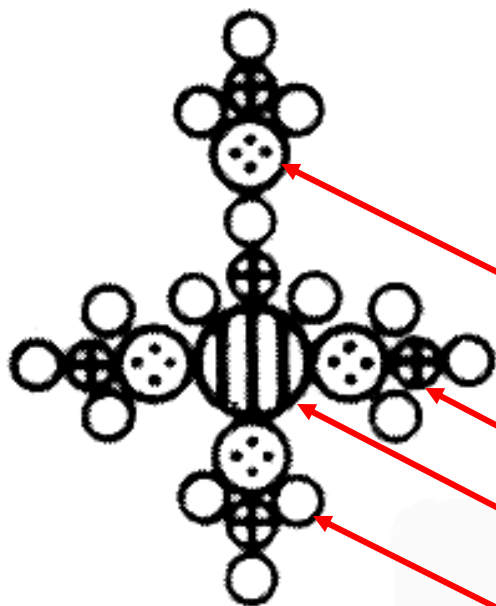
**Pojem "molekula" nebyl v té době známý
(vytvořil až Avogadro)**

DALTONOVY SYMBOLY

Příklady

 <i>Hydrogen</i>	 <i>Soda</i>	 <i>Ammonia</i>
 <i>Nitrogen</i>	 <i>Pot Ash</i>	 <i>Olefiant</i>
 <i>Carbon</i>	 <i>Oxygen</i>	 <i>Carbonic Oxide</i>
 <i>Sulphur</i>	 <i>Copper</i>	 <i>Carbonic Acid</i>
 <i>Phosphorus</i>	 <i>Lead</i>	 <i>Sulphuric Acid</i>
 <i>Alumina</i>	 <i>Water</i>	

síran hlinitodraselný, kamenec



Al

S

K

O



DALTONOVA ATOMOVÁ TEORIE - NEDOSTATKY

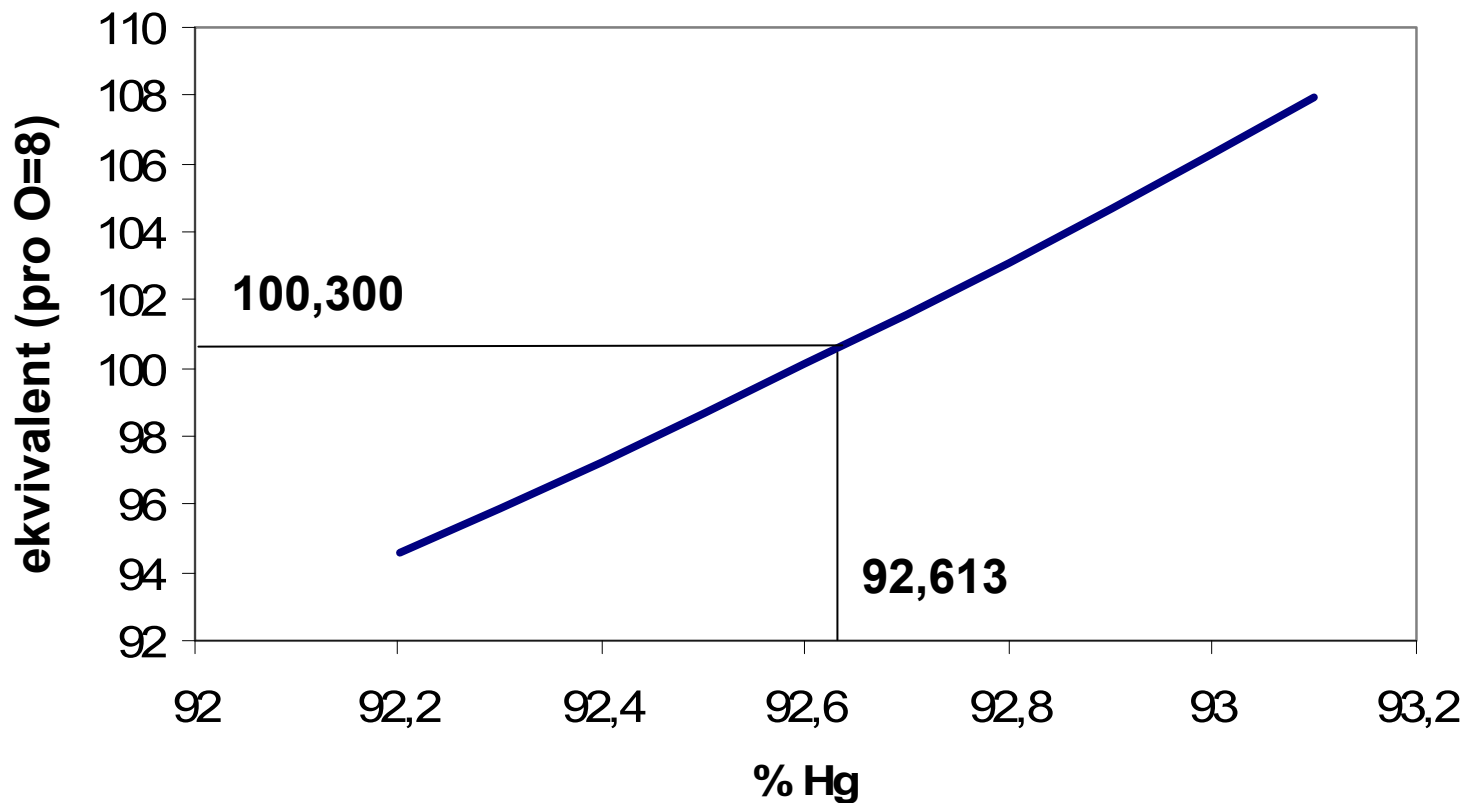
Systemové chyby:

- "atomové váhy" jsou ve skutečnosti ekvivalenty
základ stupnice byl ve skutečnosti H_2 (nikoliv H)
- binární sloučeniny s nejnižším oxidačním číslem
jsou R_2X , nikoliv RX

Chyby v hodnotách "atomových vah":

- nedostatečná čistota analyzovaných látek
 - nepřesné analytické metody
 - neznalost existence izotopů
- "atomové váhy" nejsou celá čísla

"Atomová váha" (ekvivalent) rtuti z analýzy HgO



malá chyba stanovení obsahu Hg vede k značným odchýlkám hodnoty "atomové váhy" (ekvivalentu)

(to samozřejmě platí obecně - i pro určování současných atomových hmotností)

- původní Daltonovy hodnoty "atomových vah" (tj. ekvivalentových vah, ekvivalentů) byly postupně zpřesňovány

Např.

Prvek	původní Daltonova atomová váha	zpřesněná atomová váha	dnešní atomová hmotnost
vodík	1	1	1,008
dusík	5	14,0	14,01
uhlík	5	6,0	12,01
kyslík	7	8,0	16,00
fosfor	9	31,0	30,97
síra	13	16,0	32,10
hořčík	20	12,0	24,31
železo	38	28,0	55,85
měď	56	31,7	63,54

ZÁKON STÁLÝCH POMĚRŮ OBJEMOVÝCH

Joseph Louis Gay-Lussac
(1766 - 1844)

**ZÁKON STÁLÝCH POMĚRŮ
OBJEMOVÝCH - 1805-9**



- **Za stálého tlaku a teploty se plyny slučují v jednoduchých objemových poměrech.**

Jiné formulace:

- **Objemy plynů vstupujících do reakce jsou k sobě navzájem i k plynným zplodinám v jednoduchých poměrech, které lze vyjádřit celými malými čísly**

- **Váhy stejných objemů všech plynů jsou úměrné váhovým poměrům slučujících se plynů nebo jejich násobkům**

- **Váhy stejných objemů všech plynů jsou úměrné váhovým poměrům slučujících se plynů nebo jejich násobkům (= "atomovým vahám")**



- **Váhy stejných objemů všech plynů jsou úměrné hutnotám**

**"hutnota" - relativní hustota
(hustota vztažená na hustotu jiné látky, zde na $\rho_H=1$)**

Plyn	<i>hustota</i> ρ [g.L ⁻¹]	<i>hutnota</i> d [-]	<i>atomová váha na váhovém základě</i>	<i>atomová váha na objemovém základě</i>
H₂	0,090	1	1	1
O₂	1,429	15,9	8	16
N₂	1,251	14	14	14
Cl₂	3,22	35,78	35,5	35,5



atomová váha kyslíku ≈ 16

POROVNÁNÍ ATOMOVÝCH VAH

Prvek	Atomová váha na váhovém základě (O ~ 8)	Atomová váha na objemovém základě (O ~ 16)	Současná atomová hmotnost (O=16,00)
vodík	1,0	1,01	1,008
kyslík	8,0	15,9	16,00
dusík	14,0	14	14,01
síra (1000 °C)	16,0	32	32,07
chlor	35,5	35,5	35,45
brom	80,0	77,8	79,90
iod	127,0	125,8	126,90

podle Gay-Lussaca

1 objem kyslíku + 2 objemy vodíku → 2 objemy vody

1 objem chloru + 1 objem vodíku → 2 objemy chlorovodíku

1 objem dusíku + 3 objemy vodíku → 2 objemy amoniaku

2 objemy oxidu uhelnatého + 1 objem kyslíku →
2 objemy oxidu uhličitého

atd.

podle Daltona:

1 atom kyslíku + 1 atom vodíku → 1 atom vody

1 atom chloru + 1 atom vodíku → 1 atom chlorovodíku

1 atom dusíku + 1 atom vodíku → 1 atom amoniaku

atd.

	atomová váha kyslíku	voda
Dalton	~ 8	HO
Gay-Lussac	~ 16	H₂O

ATOM, MOLEKULA, EKVIVALENT

V období ~ 1809 - 1860 řešili chemici otázky:

- *Co je správné*
 - *atomové váhy poloviční nebo dvojnásobné (kyslík = 8 nebo 16) ?*

Jaký je obsah pojmu

- *ekvivalent*
- *atom*
- *molekula ?*

AVOGADRO

**Lorenzo Romano Amedeo
Carlo Avogadro, conte di
Quaregna e di Cerreto
(1776 - 1856)**



AVOGADROVA HYPOTÉZA

- Základními částicemi všech látek jsou částice složené z atomů, tj. molekuly
- Nejmenší částice plynu jsou molekuly a jsou složeny ze dvou nebo více atomů
- Stejné objemy všech plynů za stejné teploty a tlaku obsahují stejný počet molekul

Tuto teorii Dalton a řada tehdejších chemiků odmítli

Journal de Physique, 1811:

molécule - obecný termín, označující **atom** nebo **molekulu**

molécule intégrante – "sjednocená molekula"

molekula sloučeniny (např. H_2O)

molécule constituante – "složená molekula"

**molekula prvku obsahující více než jeden atom
(např. H_2)**

molécule élémentaire – "elementární molekula"

elementární atom (např. H)

DŮSLEDKY AVOGADROVY HYPOTÉZY

molekulová hmotnost ve váhových jednotkách (mol)
kterékoliv látky obsahuje tentýž počet molekul (částic)

molární objemy všech plynů musejí být stejné

22,416 L za *n*-podmínek

Avogadrovo číslo $N_A = 6,0221415 \cdot 10^{23}$ částic/mol

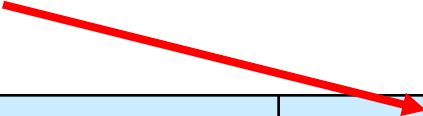
Josef Loschmidt (1821-1895):

(1865) počet molekul v 1 cm³ plynné látky

za *n*-podmínek $\sim 2,7 \cdot 10^{19}$ (přesněji $2,68678 \cdot 10^{19}$)

Loschmidtovo číslo

$\rho \times 1$ [g] zaujímá objem 1 L
jaký objem zaujme 1 mol ?



Plyn	ρ [g.L ⁻¹]	M	M/ρ [L]
H₂	0,090	2,016	22,40
O₂	1,429	32	22,39
N₂	1,251	28,02	22,39
CO₂	1,964	44,01	22,41
NH₃	0,760	17,03	22,41

VÝZNAM AVOGADROVY HYPOTÉZY

Dalton: pomíchal koncepty atomů a molekul
Avogadro: "atomy" dusíku, kyslíku, atd. jsou
ve skutečnosti dvojatomové molekuly

Avogadrovy práce byly téměř
zcela zapomenuty
do doby, kdy je znovu energicky prezentoval
Stanislao Cannizzaro na kongresu v Karlsruhe
v roce 1860

BERZELIUS



Jöns Jakob Berzelius
(1779 - 1848)

švédský lékař a chemik

Dalton - základ relativních atomových vah (hmotností)

H = 1 (ve skutečnosti položil $H_2=1$)

atomové váhy se zjišťovaly na základě vzájemné slučivosti prvků - z tohoto hlediska je výhodnější základ **kyslík**
(existuje daleko více sloučenin prvků s kyslíkem, oxidy jsou stářejší než hydridy)

Berzelius (1818) navrhl, aby se bral základ

O = 100

sestavil tabulku atomových vah známých prvků

- stejné chyby jako Dalton
nerozlišoval **atomy** a **molekuly**

	H = 1	O = 100
kyslík	8,0	100,0
dusík	14,0	175,0
vodík	1,0	12,5
sodík	23,0	287,2
draslík	39,2	490,0
síra	16,0	200,0
železo	28,0	350,0
zlato	197,0	2462,5

nepohodlná velká čísla; myšlenka ale později využita v "chemické stupnici" atomových hmotností ($A_o = 16,0000$)

BERZELIUS - DUALISTICKÁ TEORIE

Vlivy na vznik dualistické teorie:

Humphry Davy (1778–1829)

1807 vyloučil elektrolyticky Na a K

André Marie Ampère (1779-1848)

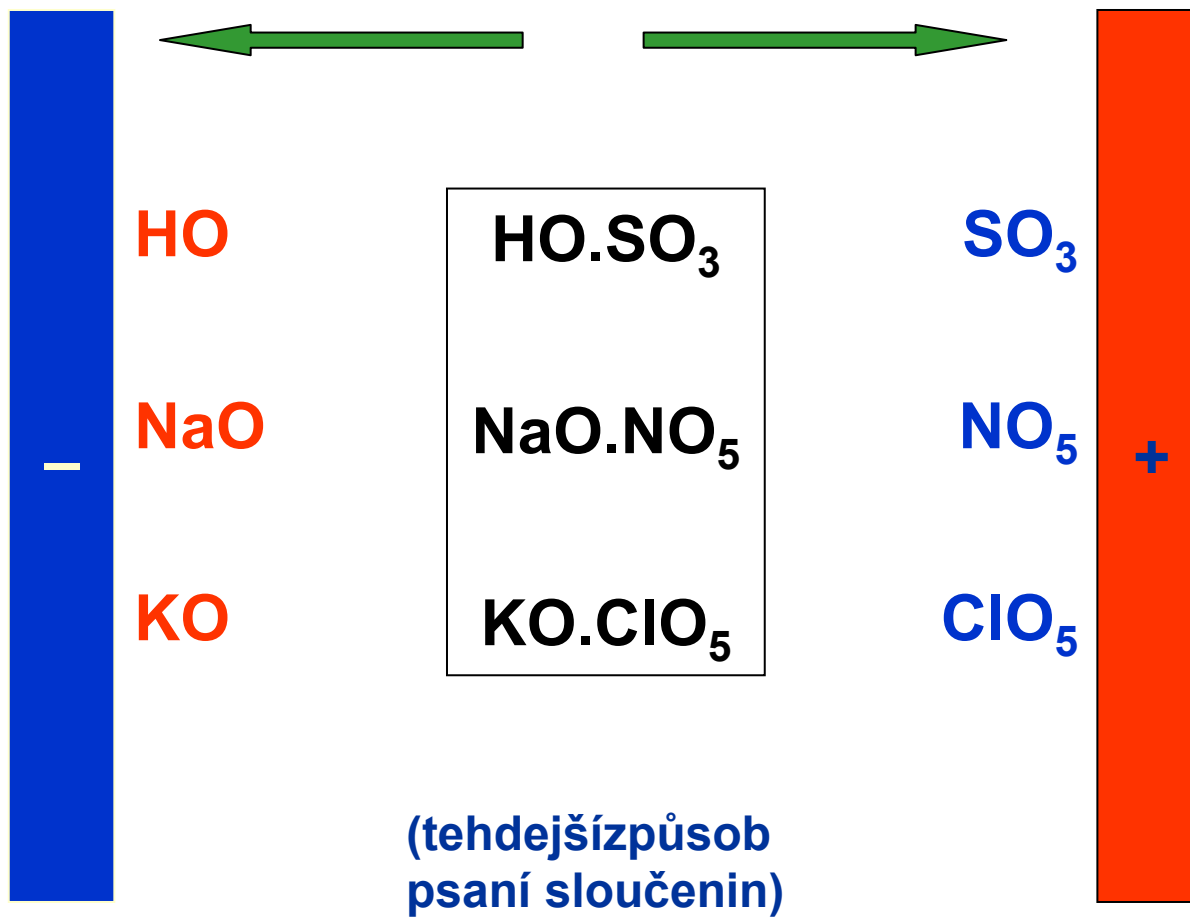
**1822 *Recueil d'observation électro-dynamique*
vzájemné působení elektrického proudu**

Michael Faraday (1791-1867)

**1834 *On Electrical Decomposition*
zákony elektrolýzy**



sloučeniny v roztoku jsou rozkládány elektrickým proudem a uvolněné prvky se shromažďují na pólech elektrolyzáru

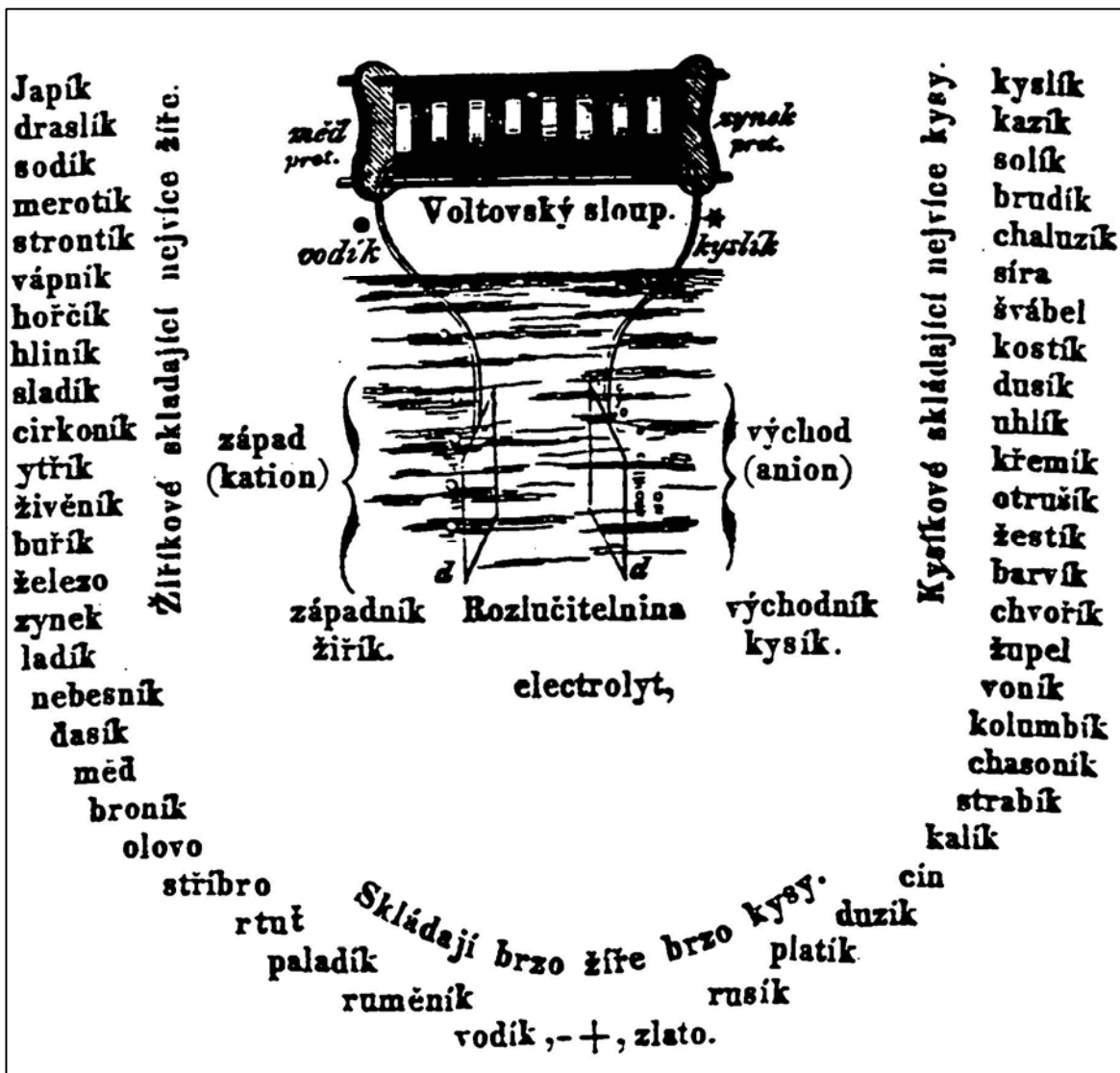


Jöns Berzelius: elektrochemická teorie chemické vazby

- předpokládal, že vazebné síly jsou **elektrochemické** povahy

atomy nesou elektrický náboj,
slučování je výsledkem
vzájemné negace opačných nábojů

- tehdy známé prvky (56) rozdělil na **elektronegativní** a **elektropozitivní**



Japík
 draslík
 sodík
 merotík
 strontík
 vápník
 hořčík
 hliník
 sladík
 cirkoník
 ytřík
 živěnik
 buřík
 železo
 zynek
 ladík
 nebesník
 řasík
 měd
 broník
 olovo
 stříbro
 rtuť
 paladík
 ruměnik

Žitřkové skládající nejvíce žíře.

Kyslíkové skládající nejvíce kysy.

kyslík
 kazík
 solík
 brudík
 chaluzík
 síra
 švábel
 kostík
 dusík
 uhlík
 křemík
 otrušík
 žestík
 barvík
 chvorík
 župel
 voník
 kolumbík
 chasoník
 strabík
 kalík

Karel Slavoj Amerling

Orbis pictus čili svět v obrazích (1852)

System elektropozitivních a elektronegativních prvků

japík	Jp	Li
draslík	Dr	K
sodík	Sd	Na
merotík	Mr	Ba
strontík	Sr	Sr
vápník	Vp	Ca
hořčík	Hř	Mg
hliník	H	Al
sladík	Sld	Be
cirkoník	Cr	Zr
ytřík	Y	Y
živěník	Žv	Ce
buřík	Bu	Mn
železo	Žl	Fe
zynek	Zn	Zn
ladík	Ld	Cd
nebesník	N	U
d'asík	Da	Co
měď	Md	Cu
broník	Br	Ni
olovo	Ol	Pb
stříbro	Sř	Ag
rtuť	Rt	Hg
paladík	Pd	Pd
ruměník	Ru	Rh

vodík	V	H
-------	---	---

– +

kyslík	K	O
kazík	Ka	F
solík	Sl	Cl
brudík	Br	Br
chaluzík	Ch	I
síra	S	S
švábel (luník)	Šv	Se
kostík	Ko	P
dusík	D	N
uhlík	U	C
křemík	Kř	Si
otrušík	Ot	As
žestík	Žs	Mo
barvík	Bv	Cr
chvořík	Chv	W
župel (zemník)	Žu	Te
voník	Vo	Os
niobík	N	Nb
chasoník	Chs	Ti
strabík	Sb	Sb
kalík	Kl	Bi
cín	C	Sn
duzík	Dz	Ir
lalík	Ll	Zr
rusík	Rs	Ru

zlato	Zl	Au
-------	----	----

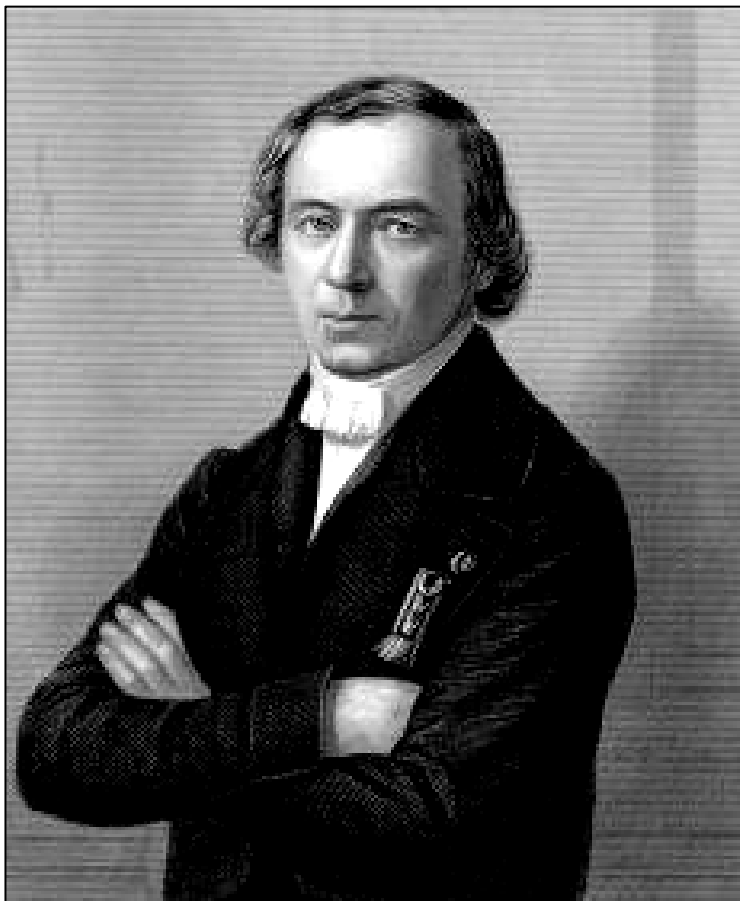
Dualistický vzorec		Dnešní vzorec
starší	novější	
HO.SO^3	HO.SO_3	H_2SO_4
CuO.SO^3	CuO.SO_3	CuSO_4
AgO.NO^5	AgO.NO_5	AgNO_3
NaO.CIO	NaO.CIO	NaClO
KO.CIO^5	KO.CIO_5	KClO_3
KO.2CrO^3	KO.2CrO_3	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
3HO.PO^5	3HO.PO_5	H_3PO_4
+ -	+ -	

dualistické vzorce

největší význam Berzelia spočívá v zavedení logogramů - písmenných značek pro jednotlivé prvky

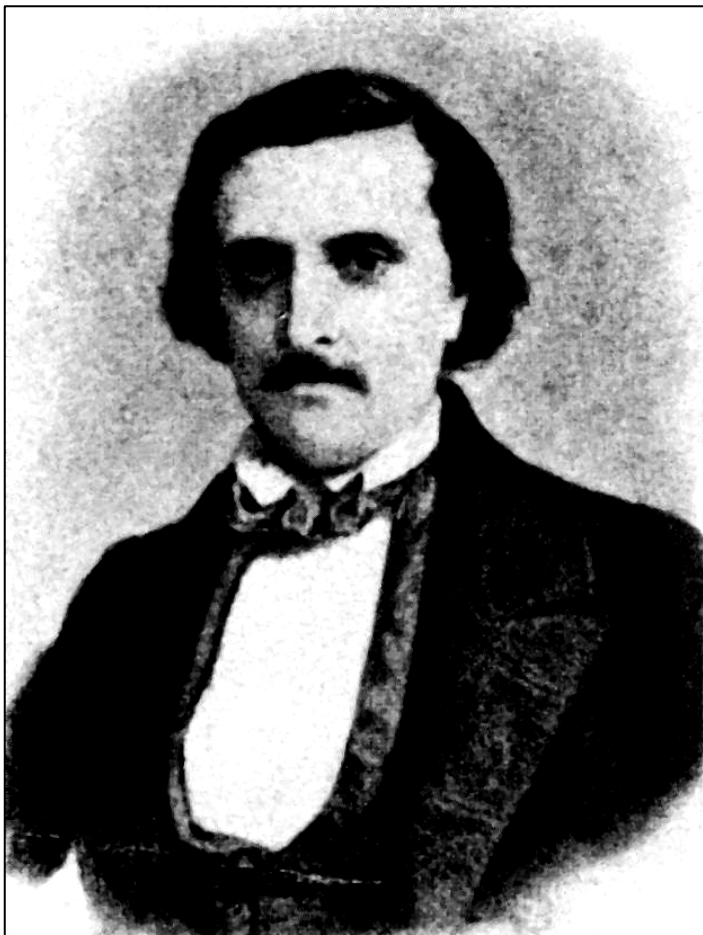
Prvek	Berz.	dnes	Prvek	Berz.	dnes	Prvek	Berz.	dnes
Aluminium	Al		Glucinium	Gl	Be	Potassium	Po	K
Argentum	Ag		Hydrargyrum	Hg (Hy)	Hg	Rhodium	Rh (R)	Rh
Arsenicum	As		Hydrogenium	H		Silicium	Si	
Aurum	Au		Iridium	I	Ir	Sodium	So	Na
Baryum	Ba		Magnesium	Ms	Mg	Stibium	Sb (St)	Sb
Bismuthum	Bi		Manganum	Ma (Mn)	Mn	Strontium	Sr	
Borum	B		Molybdenum	Mo		Sulphur	S	
Calcium	Ca		Radix Muriaticum	M	Cl	Tellurium	Te	
Carboneum	C		Nicolum	Ni		Stannum	Sn (St)	Sn
Cerium	Ce		Radix Nitricum	N		Titanium	Ti	
Chromium	Ch	Cr	Osmium	Os		Tungstenium	Tn (W)	W
Cobaltum	Co		Oxygenium	O		Uranium	U	
Columbium	Cl (Cb)	Nb	Palladium	Pa	Pd	Yttrium	Y	
Cuprum	Cu		Phosphorus	P		Zincum	Zn	
Ferrum	Fe		Platinum	Pt		Zirconium	Zr	
Radix Fluoratum	F		Plumbum	Pb (P)	Pb			

SUBSTITUČNÍ TEORIE, DUALISTICKÝ A UNITÁRNÍ SYSTÉM, TYPOVÁ NAUKA



**Jean Baptiste André Dumas
(1800-1884)**

francouzský chemik



**Charles Frederic Gerhardt
(1819-1856)**

francouzský chemik

SUBSTITUČNÍ TEORIE

vyvrací dualistickou teorii

Jean Dumas

Note de constitution de acide acetique et chloroacetique.

Comptes Rendus **9**, 813-815 (1839)

chlor (ačkoliv podle dualistické teorie **negativní**)
nahrazuje v organických sloučeninách (**pozitivní**) **vodík**



**ve sloučeninách nejsou kladné a
záporné součásti**

UNITÁRNÍ TEORIE

protipól dualistické teorie

Charles Gerhardt

Introduction à l'étude de chimie par la système unitaire
(1848):

- **atom - částice prvku, nacházející se v molekule**
- **molekula - nejmenší částice hmoty, schopná samostatné existence**
- **veškeré chemické změny se dějí pouze podvojným rozkladem**

Vzorec		Dnešní vzorec
dualistický	unitární	
HO.SO_3	HSO_4	H_2SO_4
CuO.SO_3	CuSO_4	CuSO_4
AgO.NO_5	AgNO_6	AgNO_3
NaO.CIO	NaClO_2	NaClO
KO.CIO_5	KClO_6	KClO_3
KO.2CrO_3	KCr_2O_7	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
3HO.PO_5	H_3PO_8	H_3PO_4

TYPOVÁ NAUKA

snaha využít atomovou teorii ke klasifikaci sloučenin a vysvětlení struktury

Charles Frederic Gerhardt (1853)

"nová" typová nauka:

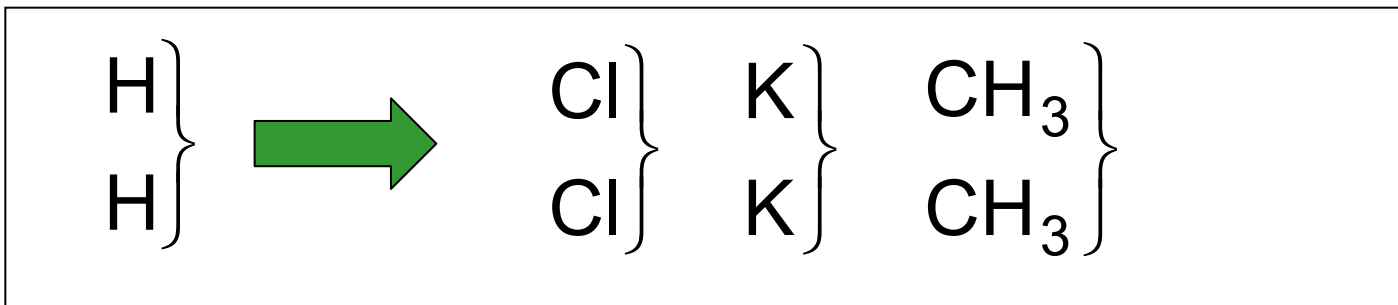
4 typy sloučenin

typ vodíku, chlorovodíku, vody, amoniaku

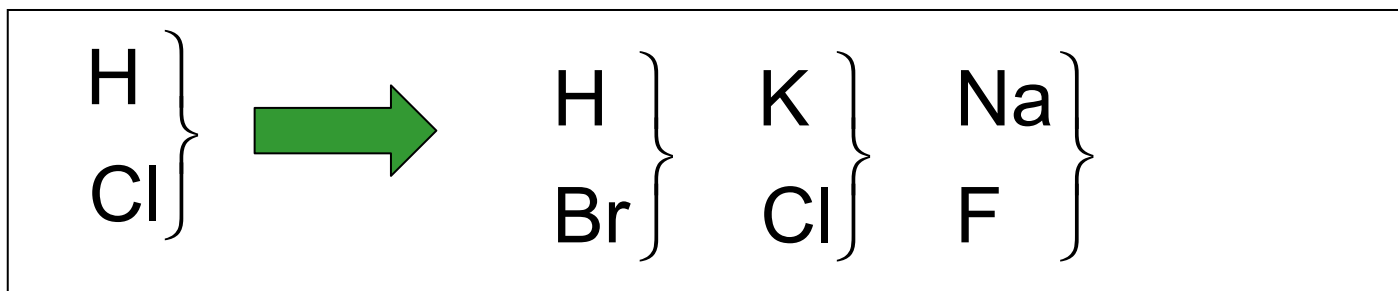
význam:

- snaha o systematizaci sloučenin
- jednotný způsob psaní vzorců

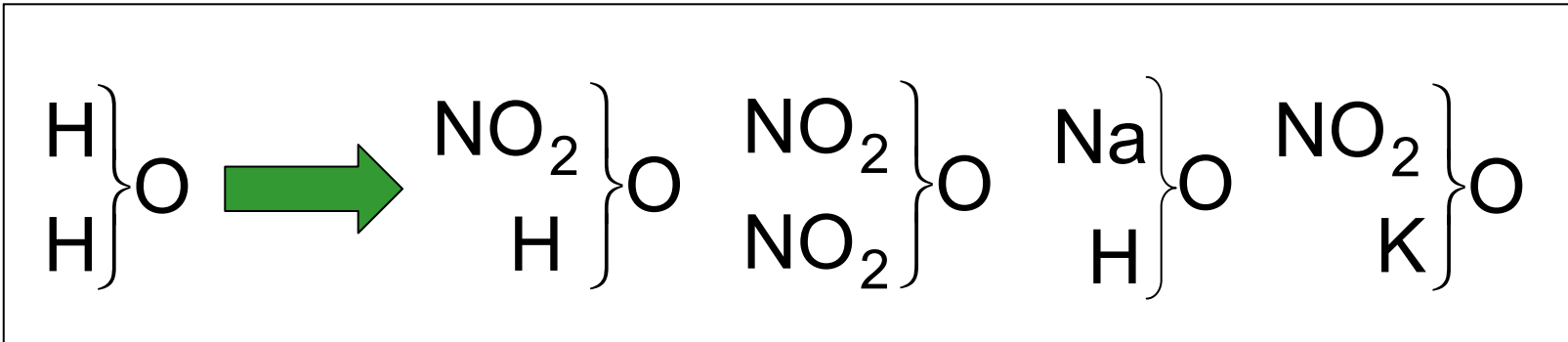
k typu vodíku náležejí **nekovy, kovy, některé radikály**



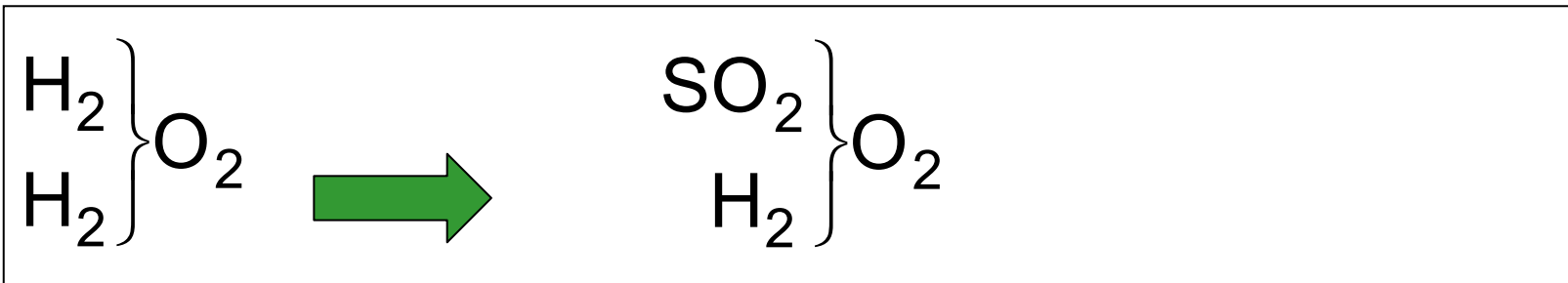
k typu chlorovodíku náležejí **halogenidy**



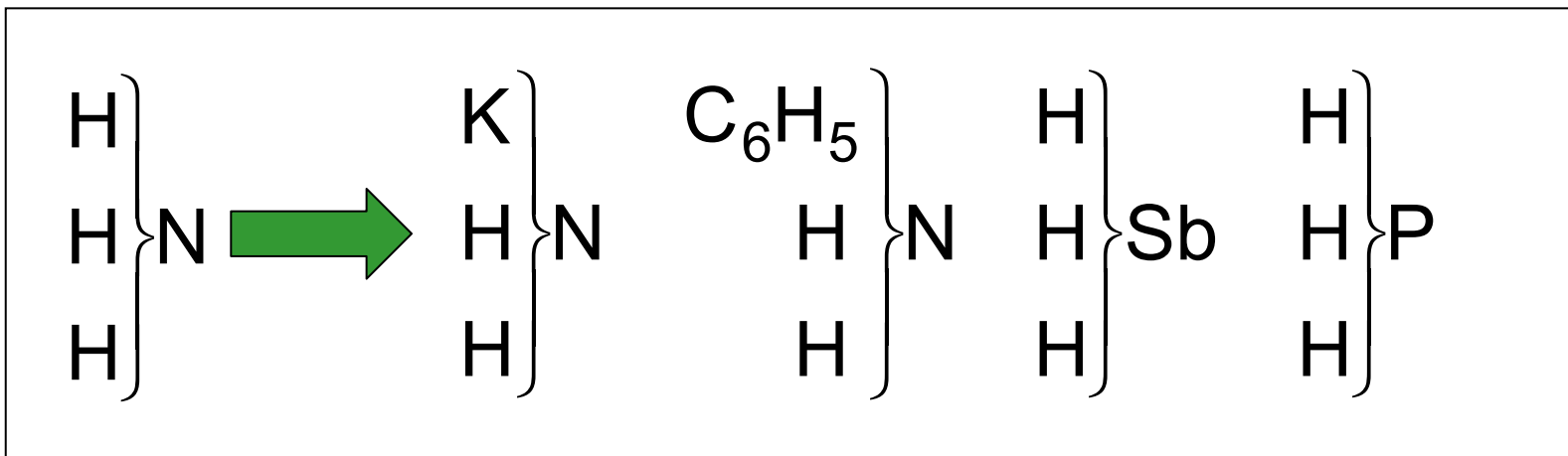
k **typu vody** náležejí kyseliny, oxidy, soli atd.



pro vícesytné kyseliny zavedl **množný typ vody**



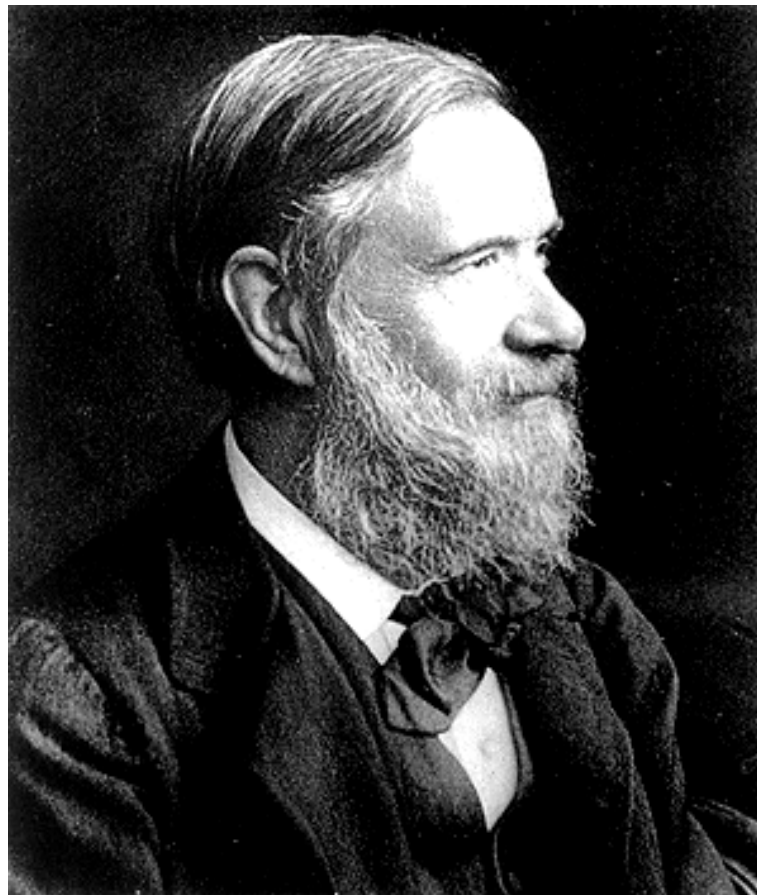
k **typu amoniaku** náležejí aminy, amidy, imidy, hydridy atd.



CANNIZZARO

Stanislao Cannizzaro
(1826, Palermo -1910, Řím)

italský chemik
profesor chemie v Alessandrii,
Janově, Palermu a Římě



- **reforma atomové teorie**

dosud platná definice atomu a molekuly

- **stanovení atomových vah (hmotností)**

u plynů/par - z hustoty na základě Avogadrovy teorie
u pevných látek - z atomových specifických tepel -
(pravidlo Dulongovo a Petitovo)

oprava atomových hmotností (původně vypočtených pro O=8) **pro atomovou hmotnost kyslíku = 16**

Il Nuovo Cimento **7**, 321-366 (1858)
(Nový pokus)

Kongres v Karlsruhe

1. mezinárodní kongres chemiků - 3.-5. září 1860

spiritus agens - **Fridrich August Kekulé**

- Cíl:**
- definice důležitých chemických pojmů
- atom, molekula, ekvivalent
 - jednotné značení a nomenklatura

zúčastnilo se 140 významných chemiků, např.

Belgie: Kekulé, Stas

Británie: Crum Brown, Roscoë, Abel, Williamson

Francie: Dumas, Wurtz, Pasteur

Itálie: Cannizzaro

Německo: Adolf Baeyer, Lothar Meyer, Winkler,
Fresenius, Will, Beilstein, Bunsen, Carius,
Erlenmeyer, Nessler, Fehling, Strecker

Rakousko: Hlasiwetz, Lieben

Rusko: Mendělejev, Zinin

Švýcarsko: Schiff

- kongres skončil bez zásadních závěrů

- Canizzaro rozdával účastníkům kongresu brožuru, ve které popisoval využití Avogadrovy hypotézy ke stanovení správných atomových vah

Cannizzaro navrhoval:

- na základě Avogadrova zákona lze systematicky určovat atomové váhy převedením látek do plynného stavu
- pro netěkavé látky je možné použít pravidla Dulong-Petitova

Cannizzarova metoda určení atomových vah (hmotností) vedla k odstranění rozporů mezi ekvivalentovými a skutečnými atomovými vahami

Pravidlo Dulongovo-Petitovo

(zákon o měrných teplech)

Pierre Louis Dulong (1785-1838)

Alexis Thérèse Petit (1791-1820)

**Recherches sur quelques points importants de la
théorie de la chaleur.**

Annales de Chimie et de Physique **10**, 395-413 (1819)

atomové (molární) teplo za $V = \text{konst.}$

$$C_V = c_V \cdot M \cong 6 \text{ cal.mol}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$$
$$(\text{=} 24,9 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$$

exaktní odvození zákona na základě vibrací krystalových mřížek až ve 20. stol.

$$C_V = 3 R = 3 \times 8,314 = 24,942 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

Prvek	c_v (cal.g ⁻¹ .°C ⁻¹)	A (g.mol ⁻¹)	C_v (cal.mol ⁻¹ .°C ⁻¹)
Ag	0,057	107,87	6,06
Al	0,214	26,98	5,78
Au	0,031	196,97	6,07
Cu	0,092	63,55	5,85
Fe	0,107	55,85	5,99
Hg	0,033	200,59	6,71
Li	0,856	6,94	5,94
Pb	0,031	207,20	6,39
U	0,028	238,03	6,60
Zn	0,093	65,41	6,07
C (grafit)	0,17136	12,01	2,06

KVANTITATIVNÍ ZÁKONY CHEMICKÝCH REAKCÍ

- 1770-1779** **Zákon zachování hmoty**
aplikoval Lavoisier
- 1797** **Zákon stálých poměrů slučovacích**
Louis Joseph Prout
- 1808** **Zákon násobných (množných) poměrů slučovacích**
John Dalton
- 1805-1809** **Zákon stálých poměrů objemových**
Joseph Louis Gay-Lussac
- 1819** **Pravidlo Dulong-Petitovo**
Pierre Louis Dulong, Alexis Thérèse Petit
- 1834** **Elektrochemická teorie, základy elektrolýzy**
Michael Faraday
- 1840** **Zákon stálosti tepelného zabarvení reakce**
Hermann Heinrich Hess