

## Měření a platné číslice

**Měření = určení velikosti veličiny v daných jednotkách**

**Měření = odečtení hodnot na stupnici + odhad posledního místa výsledku na desetinu nejmenšího dílku stupnice**

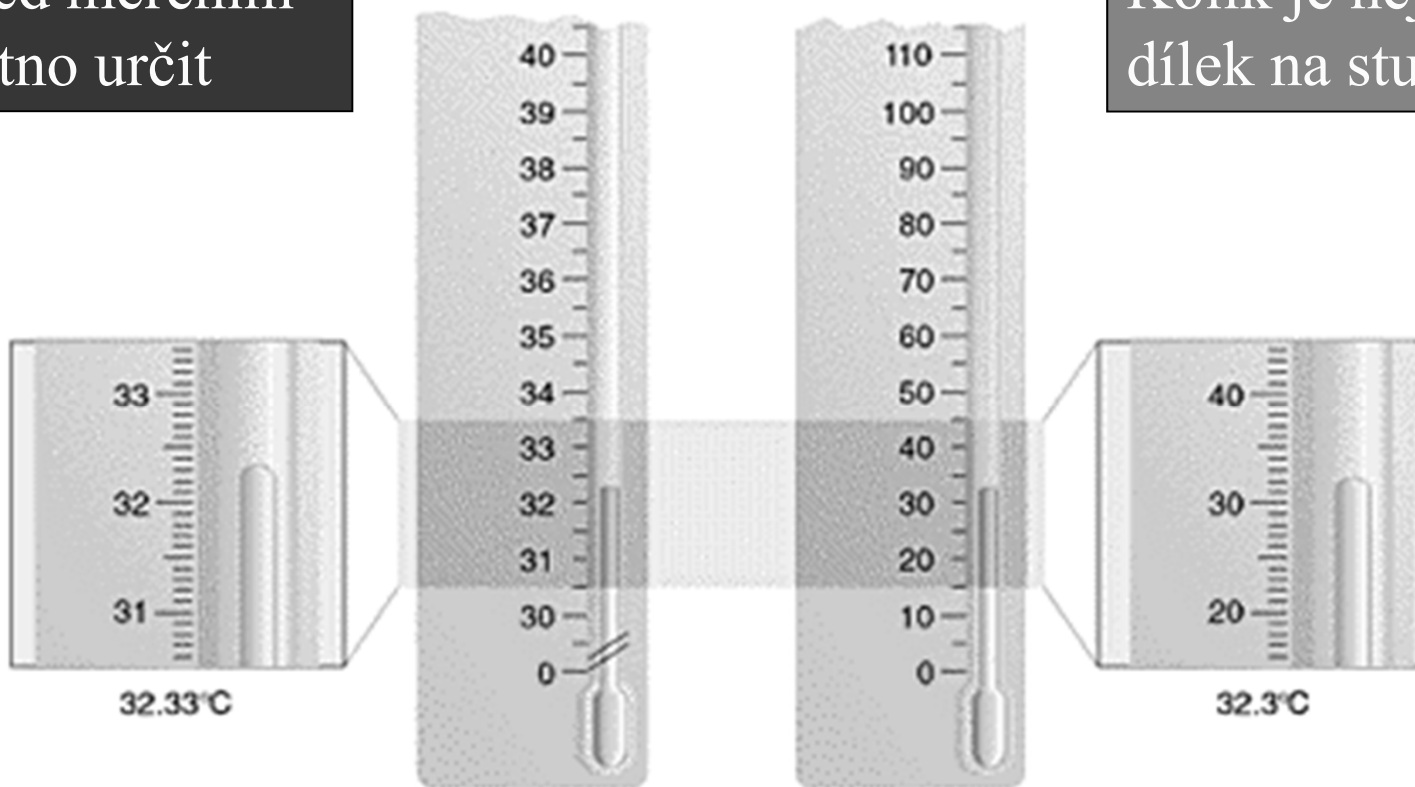
**Platné číslice = čísla odečtená ze stupnice + poslední odhadnuté místo**

**Chybu měření předpokládáme minimálně  $\pm 1$  posledního místa**

Před měřením  
nutno určit

## Měření

Kolik je nejmenší  
dílek na stupnici



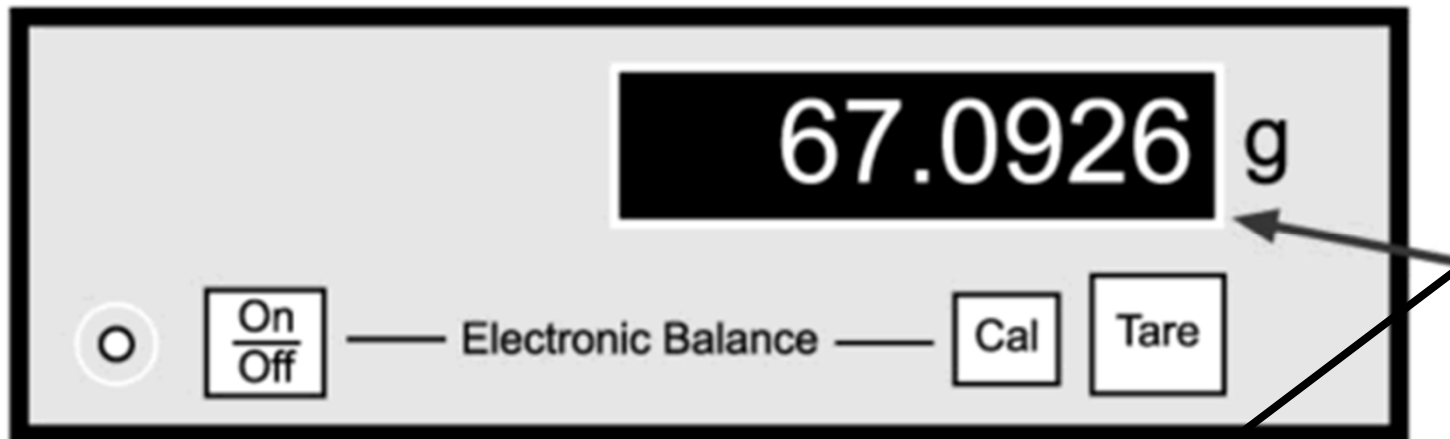
**32,33 °C**

**32,3 °C**

# Vážení



## Odečtení z digitální stupnice



**Chybu měření předpokládáme  $\pm 1$  posledního místa  
nebo najdeme v manuálu**



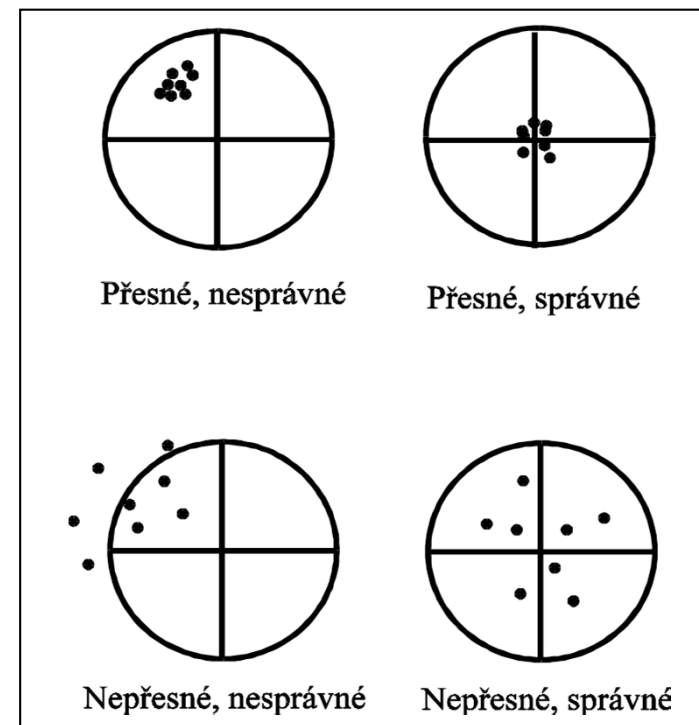
## Přesnost a správnost (pravdivost) měření

Měření každé fyzikální veličiny je spojeno s určitou nepřesností – **chybou**.

Opakovaná měření se od sebe liší – drobné odchylky jsou obvykle na posledním místě výsledku.

**Přesnost** = rozdíl mezi jednotlivými výsledky měření, závisí na schopnostech experimentátora

**Správnost (pravdivost)** = rozdíl mezi výsledky měření a **skutečnou hodnotou**, závisí na kvalitě měřícího přístroje



## Platné číslice

Nuly mezi desetinnou čárkou a první nenulovou číslicí nejsou platné číslice **0,0034**

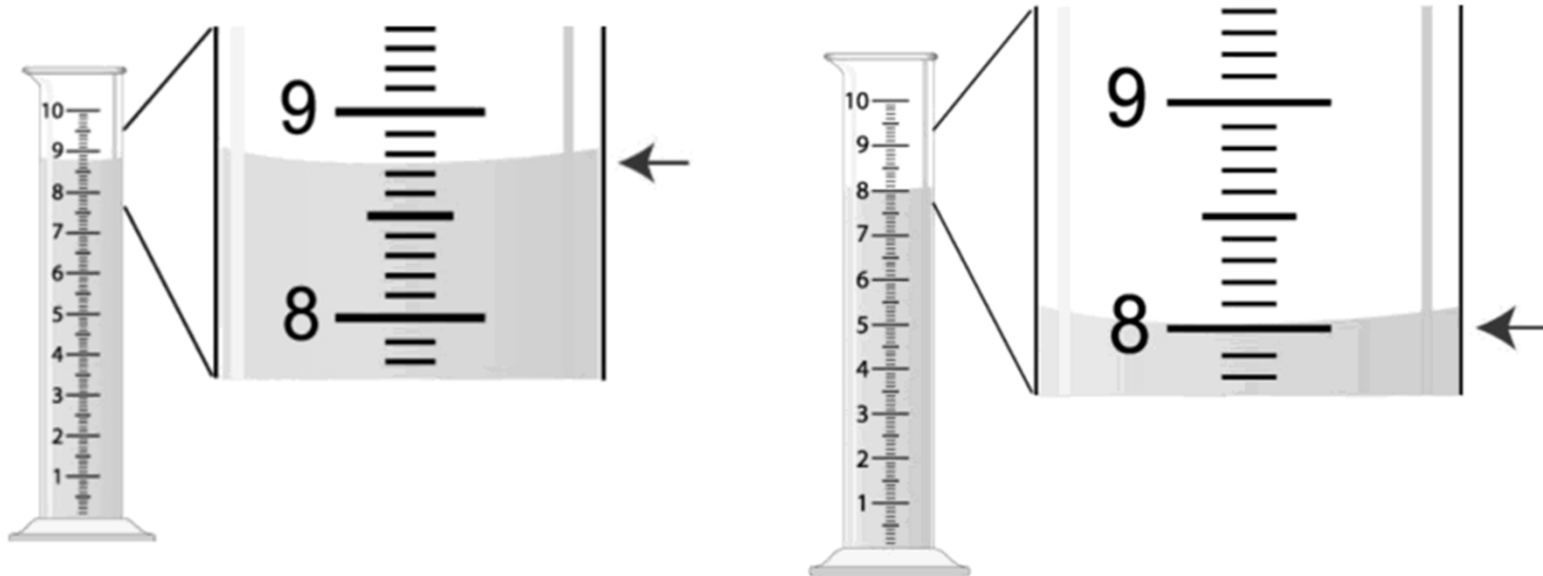
Nuly za nenulovými číslicemi ve výsledku vyjádřeném desetinným číslem jsou platnými číslicemi **0,003400**

Nuly na konci výsledku, který neobsahuje desetinnou čárku, MOHOU, ale NEMUSÍ být platnými číslicemi, záleží na přesnosti měření **1200**

Proto pro jednoznačnost se používá EXPONENCIÁLNÍ zápis: jedno místo před desetinnou čárkou, desetinná místa odpovídající přesnosti měření, exponent, jednotka: **1,2 10<sup>3</sup>** 6

## Platné číslice

Odečtení ze stupnice – počet platných číslic určen kvalitou přístroje



8,75 cm<sup>3</sup>

8,00 cm<sup>3</sup>

NE 8 cm<sup>3</sup> !!!!

7

**čísla odečtená ze stupnice + poslední odhadnuté místo**

## Platné číslice

Exaktní čísla = nekonečný počet platných míst (nuly), nemají chybu měření, neovlivňují počet platných číslic výsledku výpočtu

- počet lidí, pokusů, ...

- převodní faktory      1 týden = 7 dní 7.000000000  
1 inch = 2.54 cm

- definice                0 °C = 273.15 K

## Operace s platnými číslicemi

**Násobení a dělení:**      výsledek má tolik **PLATNÝCH**  
číslic jako má číslo s nejmenším počtem platných číslic

$$p V = n R T$$
$$p = 748 \text{ Torr} = 99.7 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$
$$V = 1254 \text{ ml} = 1.254 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$
$$T = 298 \text{ K}$$
$$R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$n = pV/RT = 5.0462226 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 5.05 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Zaokrouhlování - zaokrouhlovat až konečný výsledek.

## Operace s platnými číslicemi

**Sčítání a odčítání:**      výsledek má tolik **DESETINNÝCH**  
míst jako má číslo s nejmenším počtem desetinných míst

*Příklad:*

Naměříme 2.5 cm pomocí pravítka a 1.2  $\mu\text{m}$  pomocí  
mikrometru

sečteme	2.5 cm	s chybou $\pm 0.1$ cm
	+0.00012 cm	s chybou $\pm 0.00001$ cm
výsledek není		2.50012 cm
ale		2.5 cm

protože chyba prvního měření převyšuje řádově hodnotu  
druhého měření

## Operace s platnými číslicemi

**Dekadický a přirozený logaritmus:** výsledek má tolik míst **ZA DESETINNOU ČÁRKOU** jako má číslo logaritmované platných číslic

*Příklad:*

Naměříme koncentraci  $2,35 \text{ mol l}^{-1}$     3 platné číslice  
 $\log 2,35 = 0,371$             3 desetinná místa za čárkou

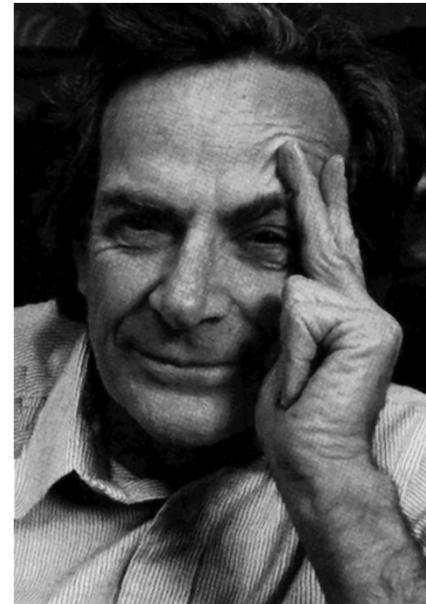
Roztok HCl má koncentraci  $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol l}^{-1}$   
 $\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log 1,5 \cdot 10^{-2} = 1,82$

# Hmota

Cokoliv zabírá prostor a má hmotnost je hmota

Veškerá hmota sestává z pozitivně a negativně nabitých částic, které jsou v neustálém pohybu, na krátké vzdálenosti se vzájemně přitahují, odpuzují se pokud jsou stlačeny příliš blízko k sobě.

Richard P. Feynman  
(1918 - 1988)  
NP za fyziku 1965





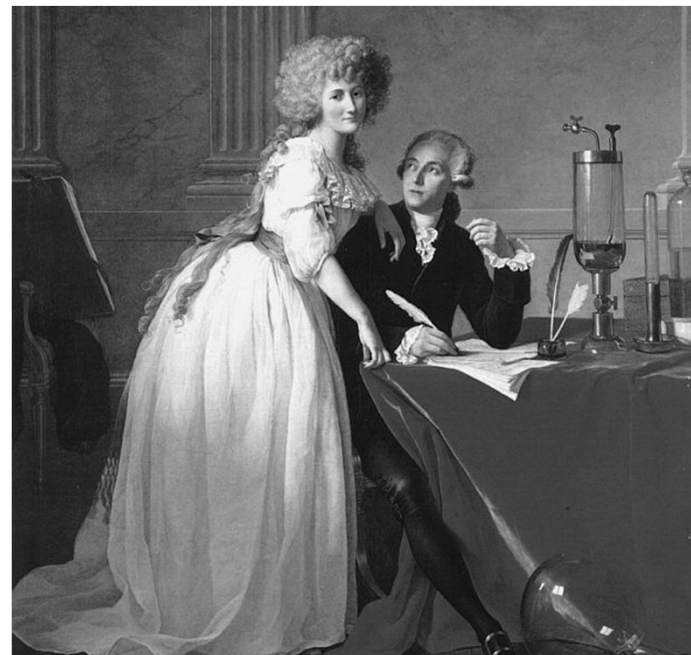
# Zákon zachování hmoty

Lavoisierův zákon 1785

**Hmota se netvoří ani nemůže být zničena.**

**Při chemických reakcích zůstává hmotnost všech zúčastněných sloučenin konstantní.**

Zákon je výsledkem přesného měření: **vážení** reaktantů a produktů (a naopak z vážení získáme informace o chemických reakcích)



Antoine Laurent Lavoisier  
(1743 – 1794)  
gilotina

# Zákon zachování hmotnosti a energie

**Hmotnost** je mírou gravitačních vlastností a setrvačnosti

**Ekvivalence hmoty a energie**  $E = m c^2$

$$u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931.4 \text{ MeV}$$

Soustava:

Izolovaná = Hmotnost a energie je konstantní

Uzavřená = Hmotnost je konstantní, energie se vyměňuje s okolím

Úbytek hmotnosti při uvolnění energie:

- Chemické reakce      ng na mol
- Jaderné reakce      mg na mol

## Zákon stálých slučovacích poměrů

### Proustův zákon konstantního složení

1788/1799

Prokázal konstantní složení vody.

(1783 H. Cavendish: voda = H<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>)

Existují SnO a SnO<sub>2</sub>, ale nic mezi nimi

CuCO<sub>3</sub> - daná sloučenina vždy obsahuje přesně stejná relativní hmotnostní množství prvků, ze kterých se skládá. Nezáleží na způsobu vzniku nebo postupu přípravy, přírodní nebo syntetický vzorek.



Louis Joseph Proust  
(1754 - 1826)

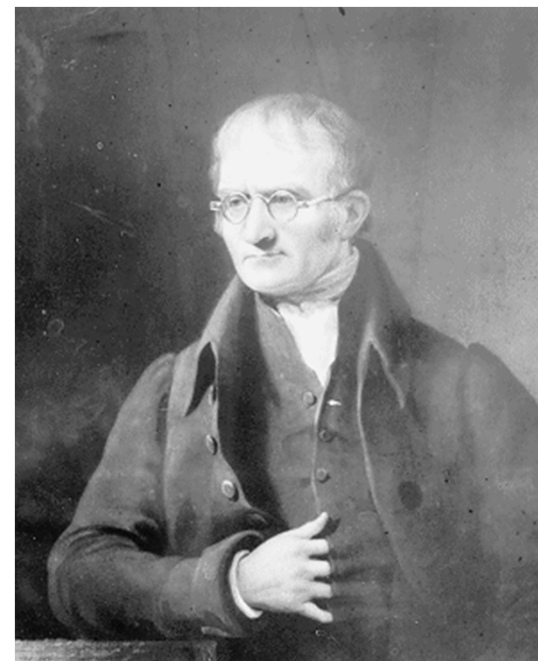
1.000 g UHLÍKU se vždy sloučí s 1.333 g KYSLÍKU na CO<sup>15</sup>

# Zákon násobných slučovacích poměrů

## Daltonův zákon 1803

Tvoří-li dva prvky řadu sloučenin ( $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ) hmotnosti druhého prvku, který se slučuje s 1 g prvního prvku lze vždy vyjádřit malými celými čísly

Tabulka relativních atomových hmotností 14 prvků vzhledem k H (=1) jako standardu.



John Dalton  
(1766 - 1844)

## Oxidy chromu

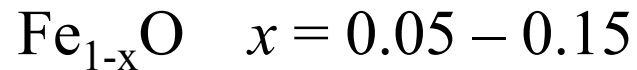
$$r = \frac{m(O)Cr_xO_y}{m(O)CrO}$$

Sloučenina	$m(\text{Cr}) / \text{g}$	$m(\text{O}) / \text{g}$	Poměr, $r$
<b>CrO</b>	<b>1.000</b>	<b>0.3077</b>	<b>1.000</b>
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>1.000</b>	<b>0.4615</b>	<b>1.499</b>
<b>CrO<sub>2</sub></b>	<b>1.000</b>	<b>0.6154</b>	<b>2.000</b>
<b>CrO<sub>3</sub></b>	<b>1.000</b>	<b>0.9231</b>	<b>3.000</b>

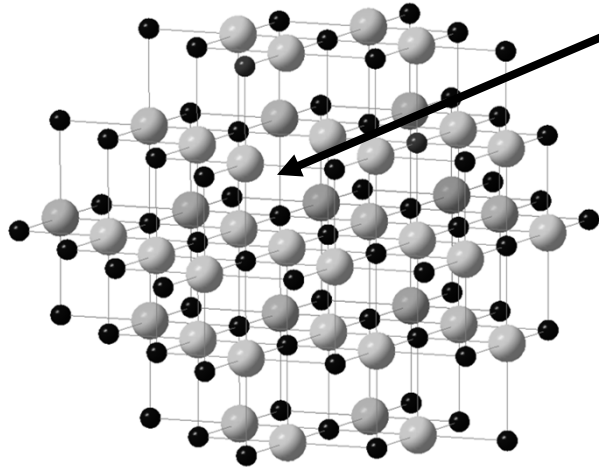
# Nestechiometrické sloučeniny-bertholidy

Sloučeniny s kovem ve více oxidačních stavech

Oxidy, sulfidy, nitridy,...




3 pozice  $\text{Fe}^{2+}$  = 2 pozice  $\text{Fe}^{3+}$  + 1 vakance (Fe)



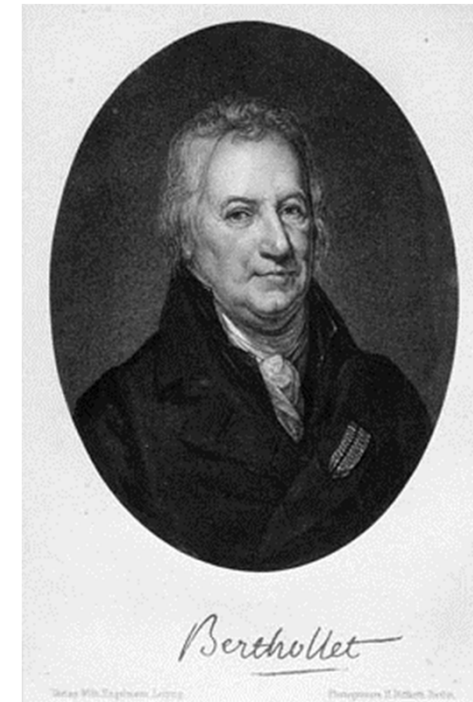
**Strukturní typ NaCl**

$\text{Fe}^{2+}$  = modrá

$\text{Fe}^{3+}$  = červená

$\text{O}^{2-}$  = 

Vakance = neobsazená pozice



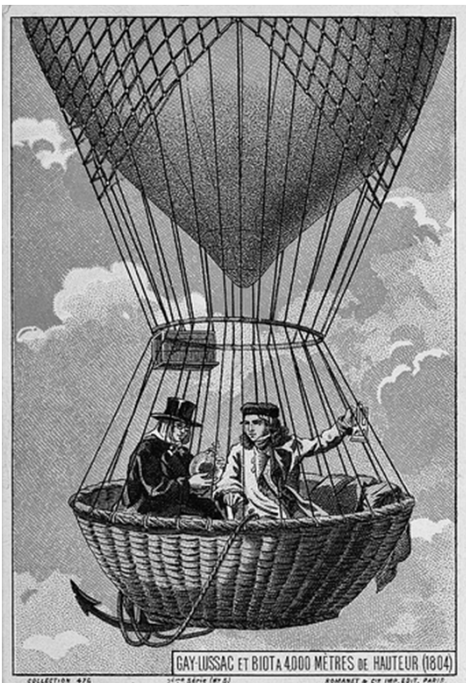
C. L. Berthollet  
(1748 - 1822)

## Daltonova atomová teorie

1805

- Každý **prvek** se skládá z malých nedělitelných a nezničitelných částic – atomů (ne pro jaderné přeměny,  $\text{Ra} \rightarrow \alpha + \text{Rn}$ ).
- **Atomy** stejného prvku mají identické vlastnosti a hmotnost (ne pro nuklidy,  $^{12}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$ ), atomy různých prvků se podstatně liší ve vlastnostech a hmotnosti (ne pro izobary,  $^{14}\text{C}$ - $^{14}\text{N}$ ).
- **Sloučeniny** jsou tvořeny spojením atomů různých prvků, pro danou sloučeninu vždy stejné typy atomů ve stejném poměru.
- **Chemická reakce** je reorganizace vzájemného uspořádání atomů.

**Zákon nebo teorie ?**



## Zákon stálých objemů

Joseph Louis Gay-Lussac  
(1778 - 1850)



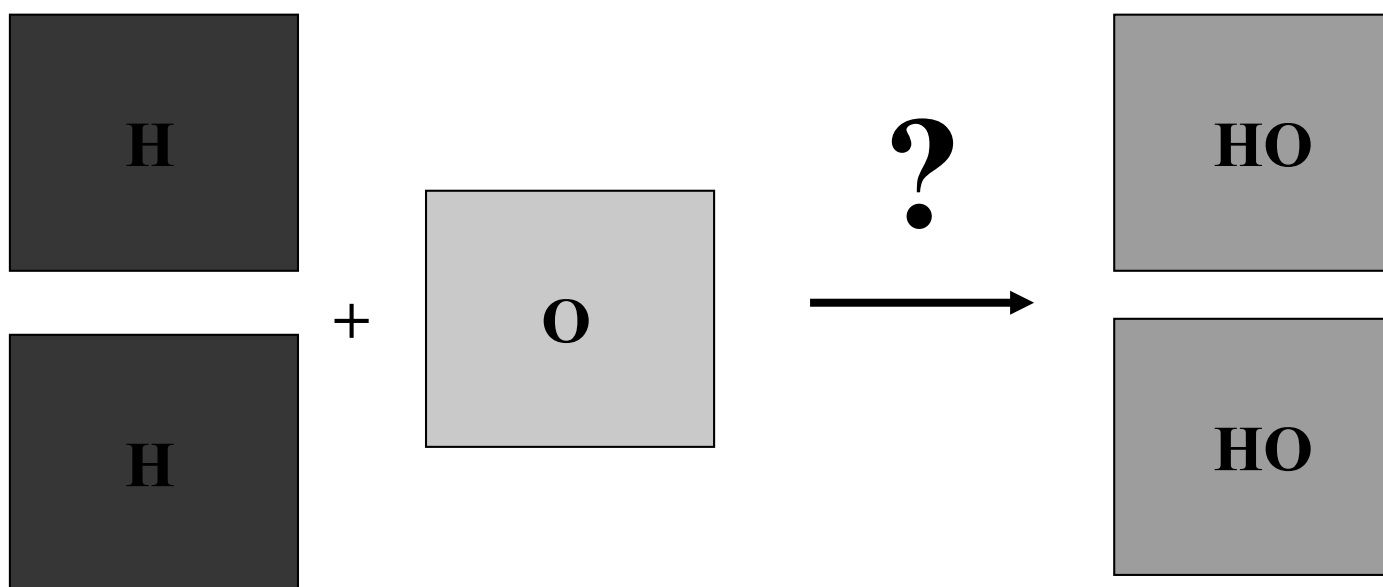
1809 Plyny se slučují v jednoduchých poměrech objemových

2 objemy vodíku + 1 objem kyslíku → 2 objemy vodní páry



# Zákon stálých objemů + Daltonova atomová teorie

2 objemy vodíku + 1 objem kyslíku → 2 objemy vodní páry



**Daltonova atomová teorie**  
Prvek se skládá z atomů

Sloučeniny jsou tvořeny  
spojením atomů různých prvků

## Avogadrova hypotéza

1811 Z Daltonovy **atomové** teorie a Gay-Lussakova zákona vyvodil:

**Při stejné teplotě a tlaku obsahují stejné objemy různých plynů stejný počet částic.**

**Plyny jsou dvouatomové molekuly.**

**H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>**

Objem 1 molu plynu je **22.4** litru při 0 °C a 101325 Pa

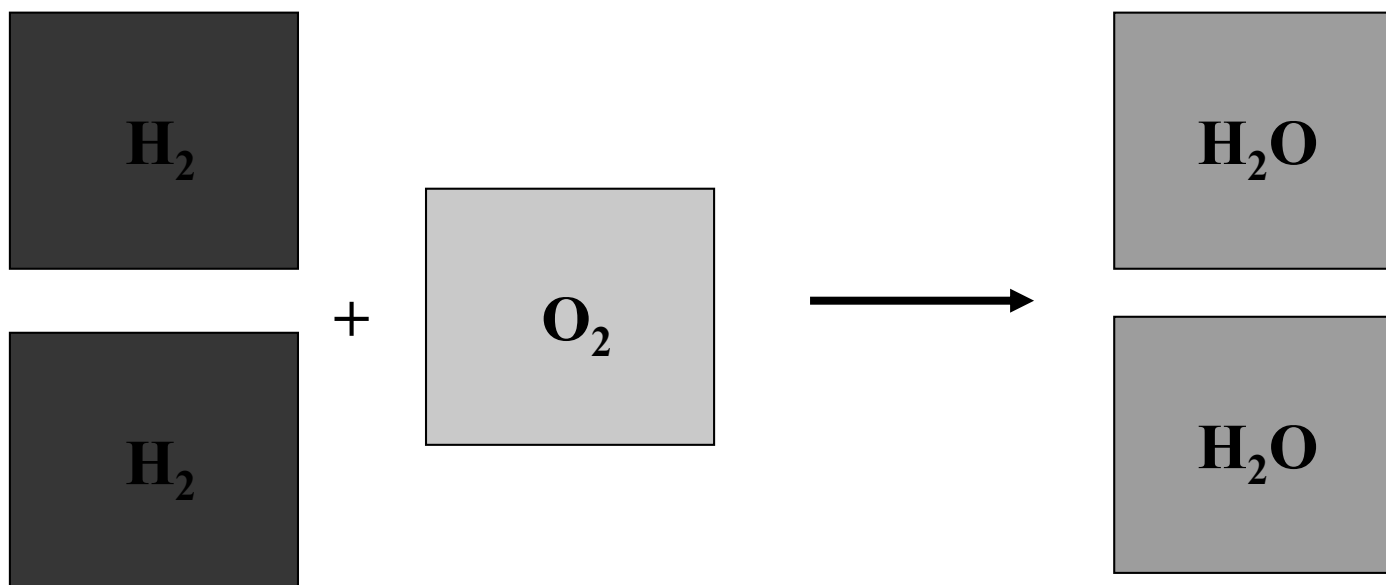
$$V_m = 22.4 \text{ l mol}^{-1}$$



Amadeo Avogadro  
(1776 - 1856) <sup>22</sup>

# Zákon stálých objemů + Avogadrova hypotéza

**Plyny jsou dvouatomové molekuly**



2 objemy vodíku + 1 objem kyslíku  $\rightarrow$  2 objemy vodní páry

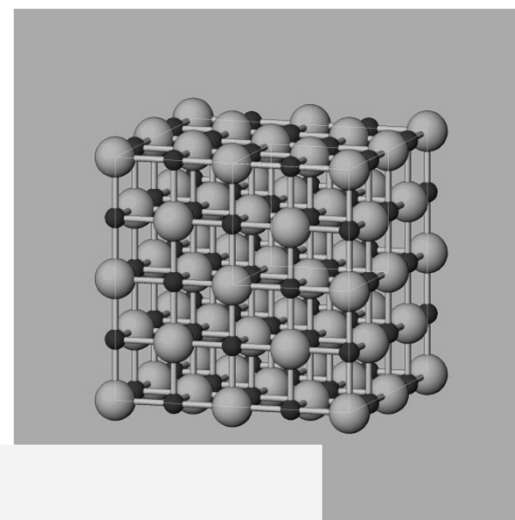
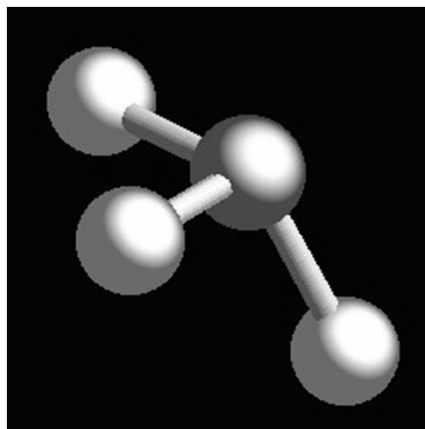
# Avogadrova molekula

Molekuly = nejmenší částice látky schopné samostatné existence  
Určují chemické vlastnosti látek.

He, Ne, Ar, .....

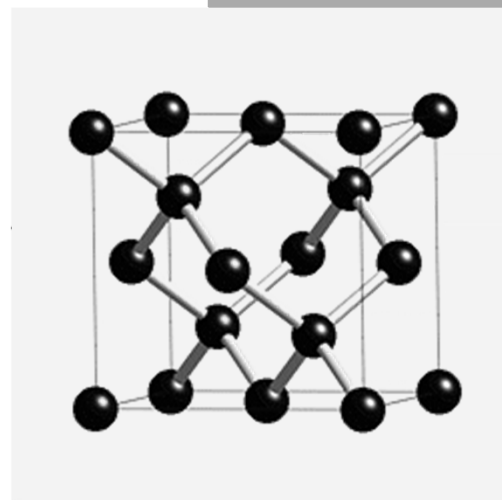
$N_2$ ,  $P_4$  (bílý),  $S_8$ ,  $C_{60}$ , .....

$BCl_3$ ,  $CH_4$ ,  $H_2O$ ,  $NH_3$ .....



**Nejsou** molekuly:

$NaCl$ ,  $SiO_2$ ,  $BeF_2$ , C (grafit, diamant),



## Hmotnost – mol – Avogadrova konstanta

Prvky se slučují ve stálých hmotnostních poměrech:

NaCl = 23.0 g Na s 35.5 g chloru

Škála relativních atomových hmotností:

H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0

Definice molu: 12.0 g  $^{12}\text{C}$  = 1 mol

Pak 23.0 g Na = 1 mol

1 mol plynu = 22.4 litru

Změřit kolik částic je v 1 molu (Loschmidt, Perrin,...)

$$N_A = 6.02214084(18) \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

## Látkové množství

1 mol = takové množství částic (atomů, molekul, elektronů,...)  
jako ve 12 g uhlíku  $^{12}\text{C}$

$$N_{\text{A}} = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ částic mol}^{-1}$$

Chemické vzorce  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Stechiometrie chemických rovnic



# Výpočet Avogadrovy konstanty

**Loschmidtovo číslo** = počet molekul v jednotce objemu ideálního plynu

1865 z kinetické teorie plynů vypočetl

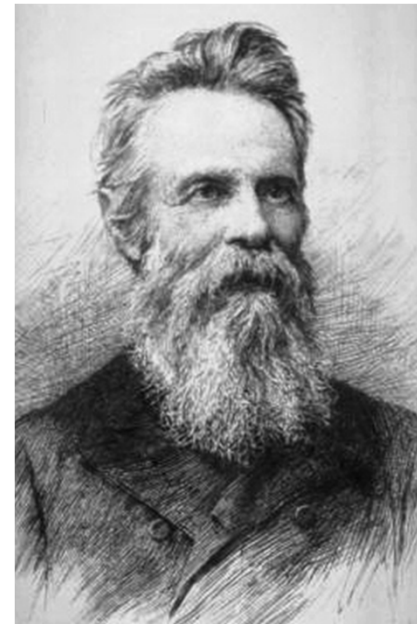
$$n_0 = 2.6 \cdot 10^{19} \text{ molekul cm}^{-3}$$

Dnešní hodnota:  $2.686\,7775 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$



Avogadrova konstanta

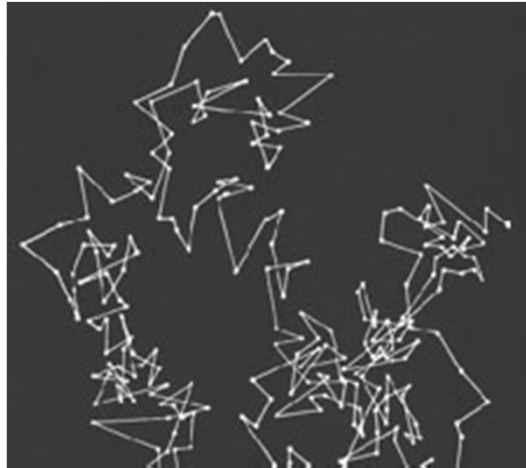
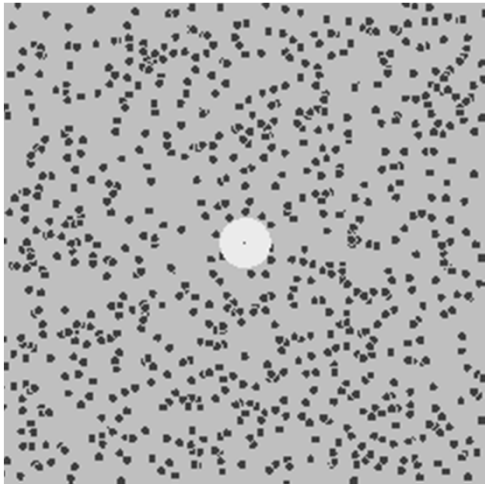
$$N_A = 6.022\,141\,99 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$



Johann Josef Loschmidt  
(1821 - 1895)

Počerny u KV

# Výpočet Avogadrovy konstanty



Brownův pohyb částic v kapalině  
1908 Experimentální důkaz existence molekul

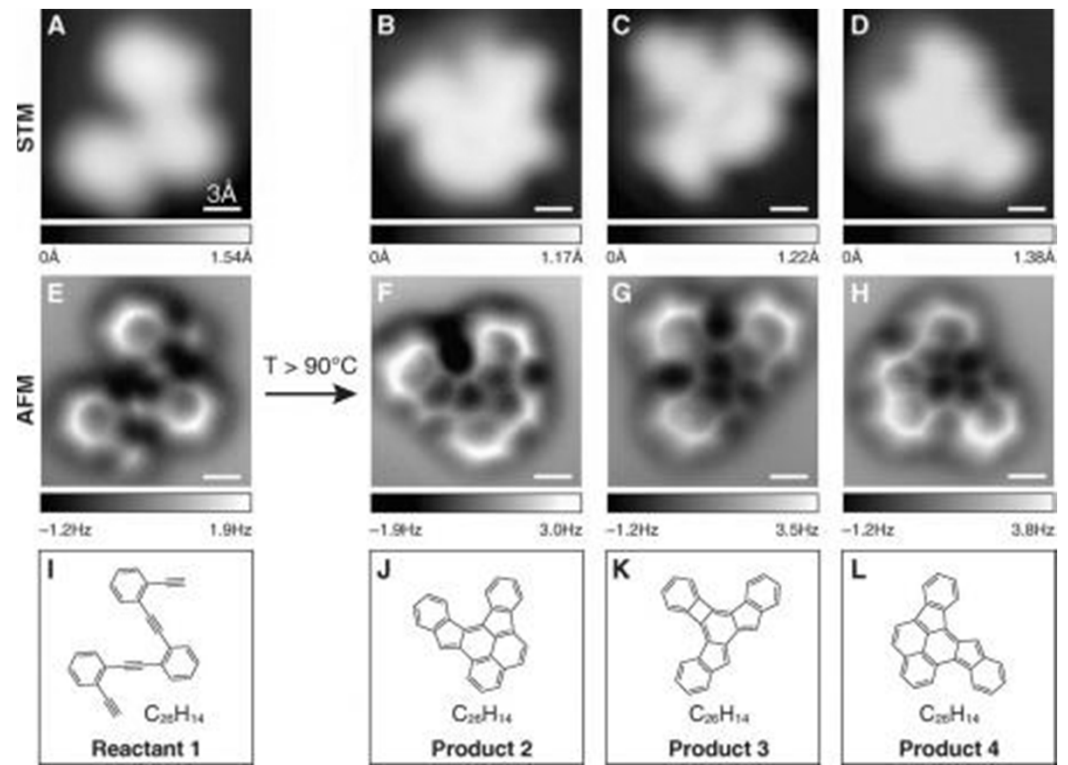
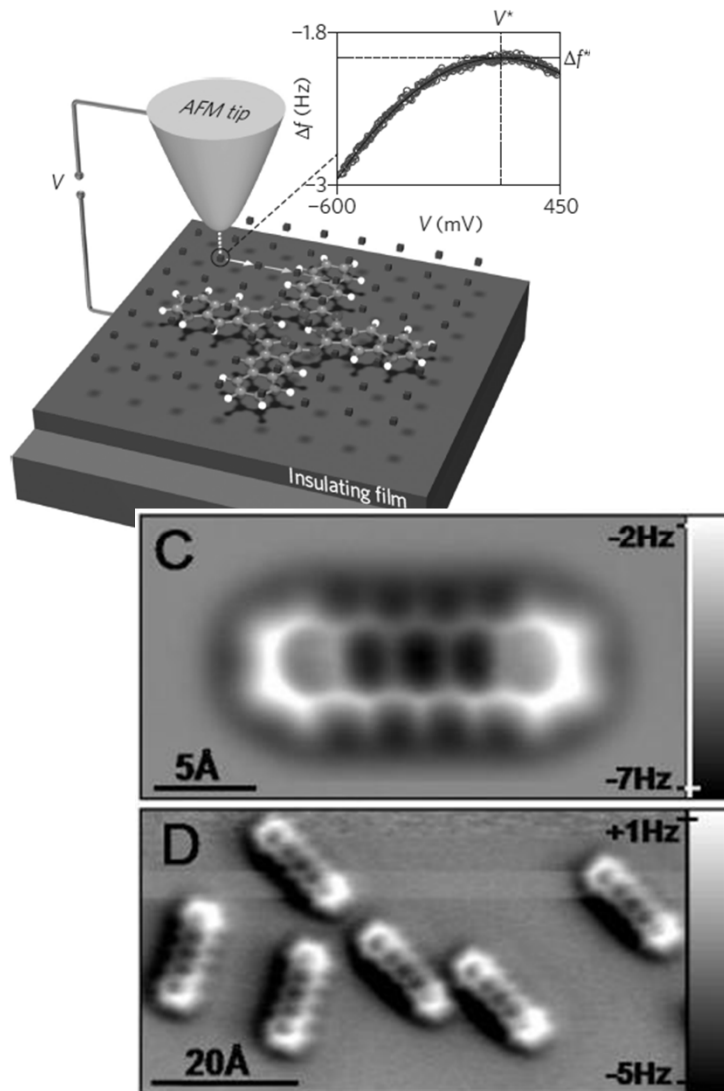
Zavedl pojem Avogadrova konstanta  
a experimentálně zjistil její hodnotu

$6.82 \cdot 10^{23}$  molekul ve 2 g vodíku

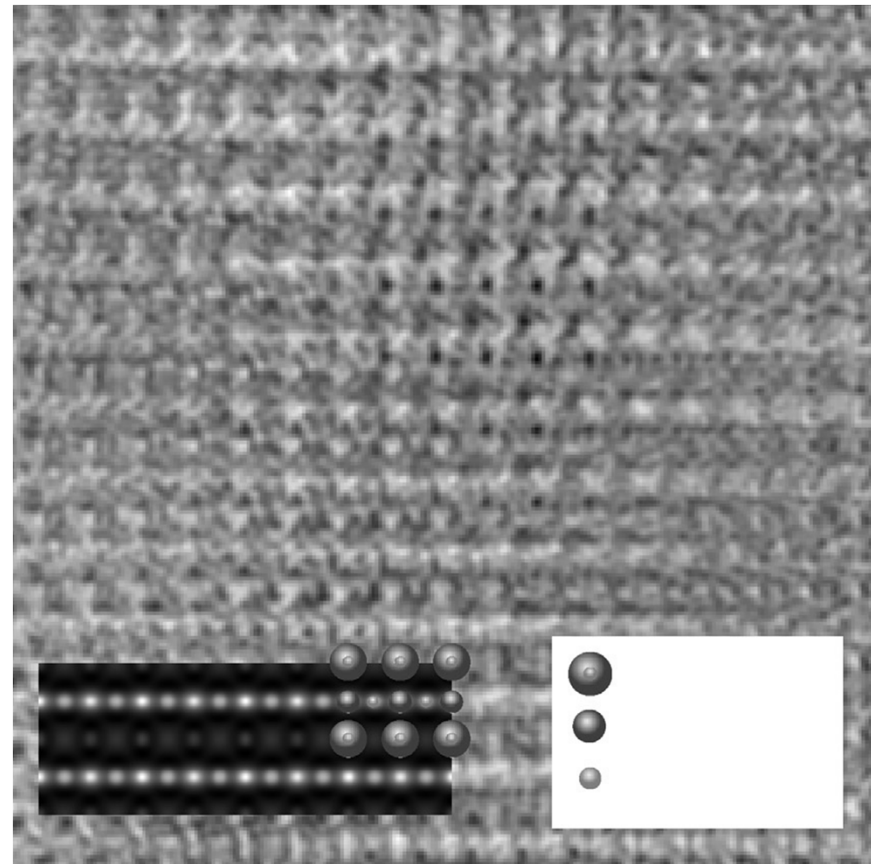
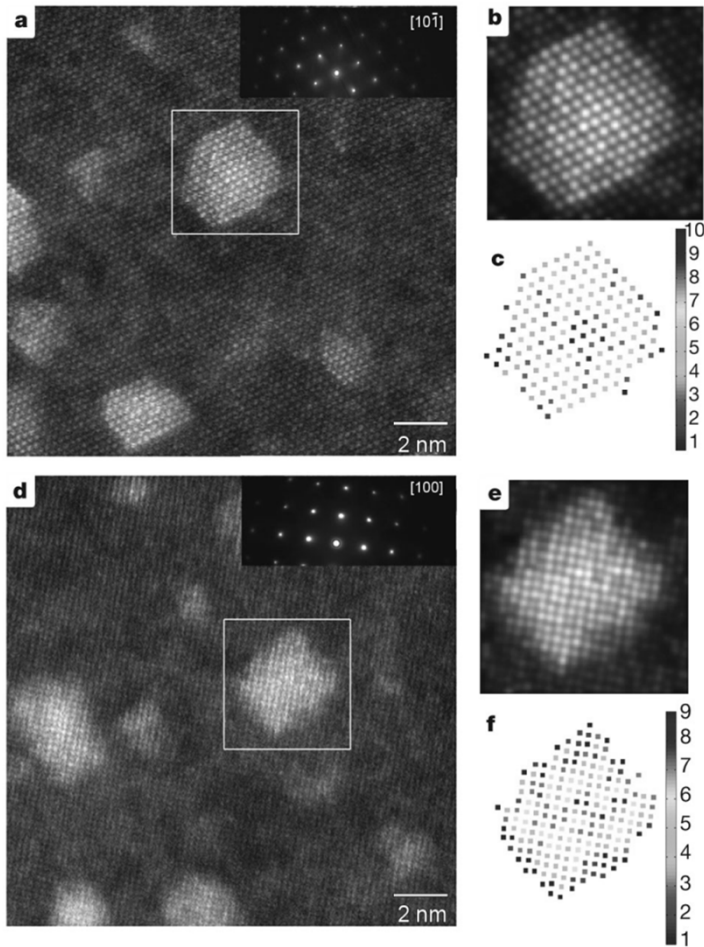
Jean Baptiste Perrin  
(1870 - 1942)  
NP za fyziku 1926



# STM/AFM - Mikroskopie skenovací sondou

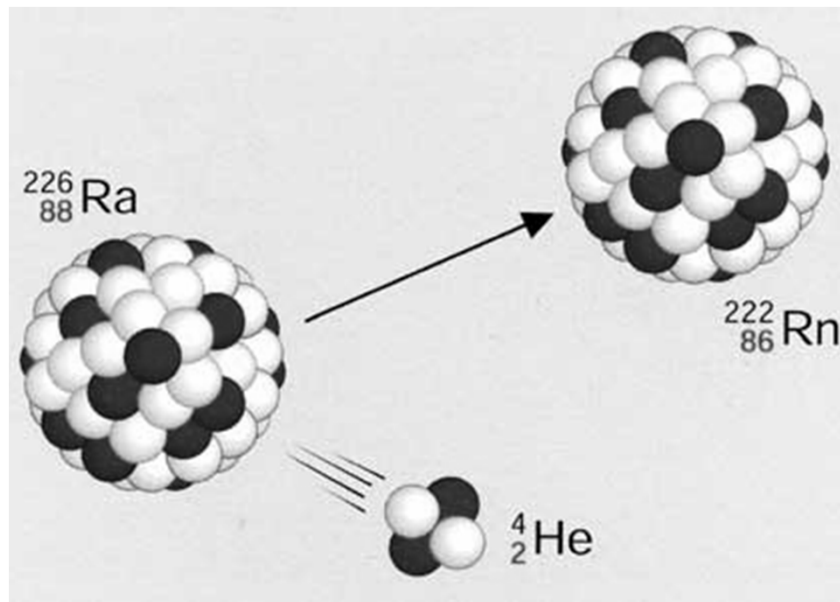


# TEM - Transmisní elektronová mikroskopie



# Výpočet Avogadrovy konstanty

1911 Ernest Rutherford and Bertram B. Boltwood



1 g radia emituje  
 $6.2 \times 10^{10}$  alfa částic  
za sekundu  
(Geigerův počítač)

Za 132 dní  
při  $0^\circ\text{C}$  a 760 mmHg  
získali  $10.38 \text{ mm}^3$  helia

$$N_A = 6.1 \times 10^{23}$$

# Výpočet Avogadrovy konstanty

Z rentgenové strukturní analýzy monokrystalů Ti

Příklad:

Ti tělesně centrovaná kubická buňka

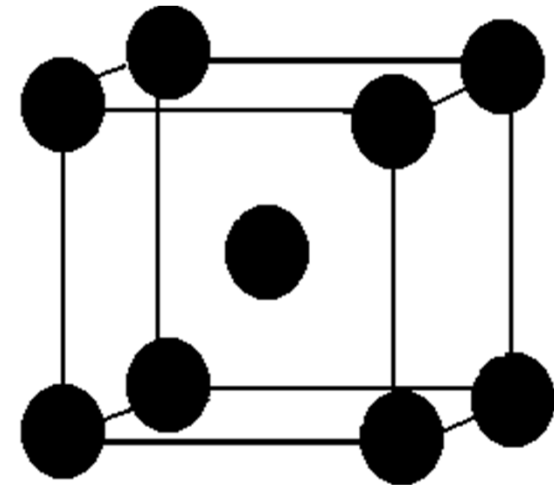
počet atomů v buňce  $Z = 2$

Délka hrany  $a = 330.6 \text{ pm}$

Hustota Ti  $\rho = 4.401 \text{ g cm}^{-3}$

$A(\text{Ti}) = 47.88 \text{ g mol}^{-1}$

2 Ti na 1 buňku o objemu  $V = a^3$



$$\rho a^3 = Z \frac{A(\text{Ti})}{N_A}$$

## Pojem atomu

**Leukippos** (480-420 př. n. l. )

Je hmota spojitá nebo nespojitá?

Svět sestává z hmoty a prázdnoty, je tvořen z nedělitelných částic.

**Demokritos** (470-380 př. n. l.)

Pojem atom

atomos = nedělitelný, atomy mají tvar, velikost a hmotnost, které určují vlastnosti látek. Existuje nekonečné množství nekonečného počtu druhů atomů, které jsou v neustálém pohybu a kombinují se.

Dalších 2000 let odmítáno - až do 1805 – **John Dalton**

## Pojem prvku v historii chemie

**Tháles Milétský (624 - 543 př.n.l.)** Základní prvek je voda

**Empedokles (490 - 430 př.n.l.)**

4 základní prvky = oheň, voda, vzduch, země

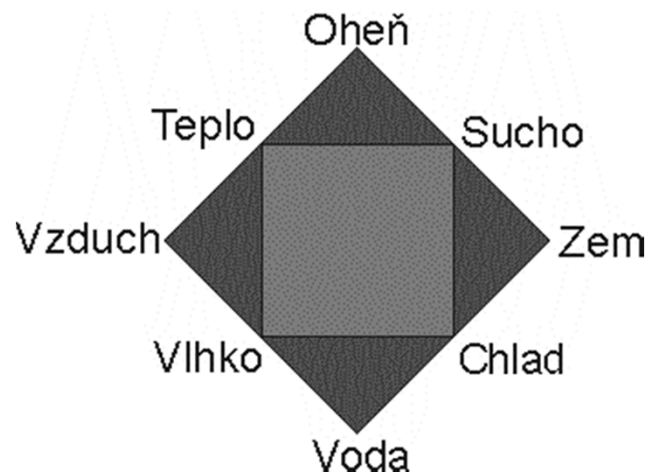
a 2 základní síly: přitažlivá a odpuzivá

(až 1783 H. Cavendish: voda je sloučenina  $H_2$  a  $O_2$ )

**Aristoteles (384 - 322 př.n.l.)** 4 základní prvky + ether

Prvek je nositel vlastností

Kombinace vlastností



# Pojem prvku v historii chemie

**Alexandrie: řecká teorie + egyptská praktická “chemie”**

**Arabská alchymie, přenesena do Evropy**

**Alchymistické prvky: země, voda, oheň, vzduch a navíc  
Au, Ag, Hg, Fe, Sn, Cu, S, sůl**

<b>Au</b>	<b>Slunce</b>
<b>Ag</b>	<b>Měsíc</b>
<b>Sn</b>	<b>Jupiter</b>
<b>Fe</b>	<b>Mars</b>
<b>Cu</b>	<b>Venuše</b>
<b>Hg</b>	<b>Merkur</b>
<b>Pb</b>	<b>Saturn</b>



# Pojem prvku v historii chemie

**Philippus Theodorus Bombastus von Hohenheim  
Paracelsus (1493–1541)**

**tři elementární substance: rtuť, síra a sůl**

1537 Moravský Krumlov - Jan z Lipé

Oslepnutí syna Pertolda na jedno oko

a smrt Jany z Perštejna

**Rtuť = tekutost a kovový charakter**

**Síra = hořlavost**

**Sůl = inertní element**





## Pojem prvku v historii chemie



**1661 Robert Boyle – první přírodovědecká definice prvku:**  
Prvek je látka, která se nedá rozložit na jiné látky.

**1789 Lavoisier 21 prvků**

**1808 Dalton 36 prvků – první spojení pojmů atom/prvek**  
stejně atomy mají stejnou hmotnost, násobky H

**1813-14 Berzelius 47 prvků**

**1869 Mendělejev tabulka 63 prvků**

**2013 Periodická tabulka: známe 118 prvků**  
Pojmenovány po 112, 114 a 116

1805

## Daltonova atomová teorie

- Každý prvek se skládá z malých nedělitelných a nezničitelných částic – atomů (ne pro jaderné přeměny).
- Atomy stejného prvku mají identické vlastnosti a hmotnost (ne pro nuklidy), atomy různých prvků se podstatně liší ve vlastnostech a hmotnosti (ne pro izobary).
- Sloučeniny jsou tvořeny spojením atomů různých prvků, pro danou sloučeninu vždy stejné typy atomů ve stejném poměru.
- Chemická reakce je reorganizace vzájemného uspořádání atomů.



John Dalton  
(1766 - 1844)

## Daltonovy symboly atomů/prvků

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36

- |               |              |                |                |                |
|---------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 1. Oxygen.    | 9. Silver.   | 17. Bismuth.   | 25. Cerium.    | 33. Silicon.   |
| 2. Hydrogen.  | 10. Mercury. | 18. Antimony.  | 26. Potassium. | 34. Yttrium.   |
| 3. Nitrogen.  | 11. Copper.  | 19. Arsenic.   | 27. Sodium.    | 35. Beryllium. |
| 4. Carbon.    | 12. Iron.    | 20. Cobalt.    | 28. Calcium.   | 36. Zirconium. |
| 5. Sulphur.   | 13. Nickel.  | 21. Manganese. | 29. Magnesium. |                |
| 6. Phosphorus | 14. Tin.     | 22. Uranium.   | 30. Barium.    |                |
| 7. Gold.      | 15. Lead.    | 23. Tungsten.  | 31. Strontium. |                |
| 8. Platinum.  | 16. Zinc.    | 24. Titanium.  | 32. Aluminium. |                |

# Vývoj definice atomových hmotností

J. Dalton  $H = 1$

J. J. Berzelius  $O = 100$

J. S. Stas  $O = 16$  (pro přírodní směs izotopů  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ )  
chemická stupnice

fyzikální stupnice  $^{16}\text{O} = 16$  (hmotnostní spektrometrie) ZMATEK

**1961**

Atomová hmotnostní jednotka =  $1/12$  hmotnosti atomu nuklidu  $^{12}\text{C}$

**$1 \text{ amu} = 1 \text{ u} = 1.6606 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$**

# Atomová hmotnost

1814 Tabulka relativních atomových hmotností 41 prvků

O = 100

1811 Zavedení zkratk jako symbolů prvků

Li Lithium

Be Beryllium

Ga Gallium (ne Galium)

Y Yttrium

Te Tellur

Tl Thallium

Ds Darmstadtium

(Cp) Copernicium

Vzorce sloučenin

H<sup>2</sup>O dnes H<sub>2</sub>O



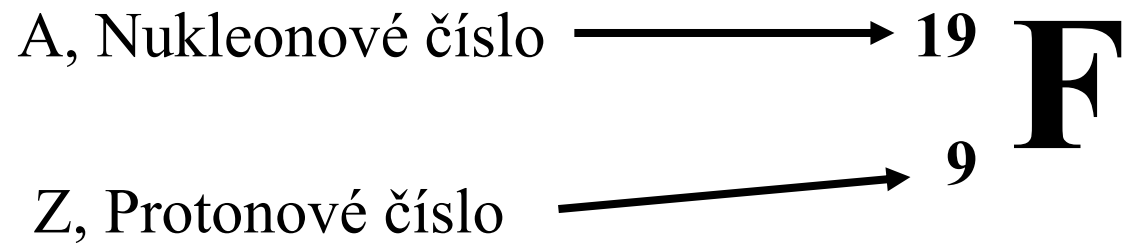
Jöns Jacob Berzelius  
(1779 - 1848)

# Periodická tabulka prvků

The image shows a blank periodic table grid. It consists of 7 rows and 18 columns. The first two columns are on the left, and the last two columns are on the right. There is a gap between the 12th and 13th columns in the 6th and 7th rows, representing the lanthanide and actinide series. The grid is composed of black lines on a light gray background.

## Definice prvku

Soubor atomů se stejným protonovým číslem



**Nuklid = soubor atomů se stejným A a Z**

**Prvek = soubor atomů se stejným Z**

# Chemické látky - složení

**CAS - 120 milionů chemických sloučenin**

Druh atomů	A nebo B A a B nebo A a C	prvky sloučeniny
Relativní počet atomů		AB nebo AB <sub>2</sub>
	→ empirický vzorec	(CO nebo CO <sub>2</sub> )
Absolutní počet atomů		A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> nebo A <sub>6</sub> B <sub>6</sub>
	→ molekulový vzorec	(C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> nebo C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )
		[CoN <sub>6</sub> H <sub>15</sub> O <sub>2</sub> ] <sup>2+</sup>

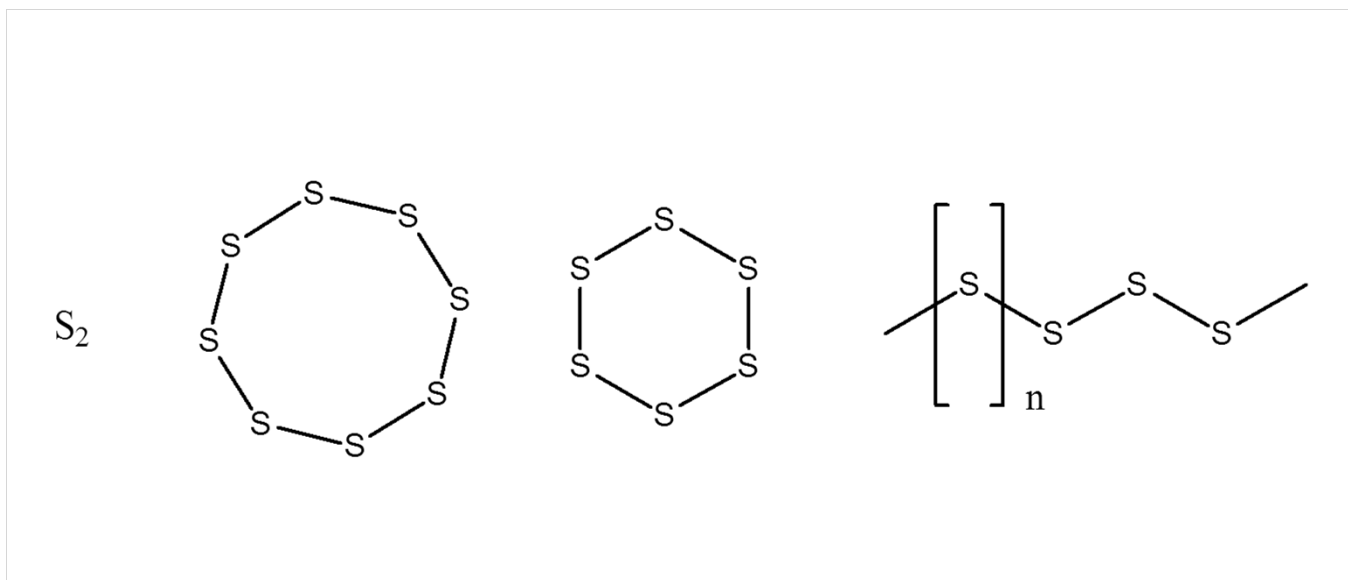


# Prvky – struktura – allotropie

Struktura (vazby mezi atomy)

→ strukturní vzorec

Vazebná topologie      allotropie (prvky):  $O_2$ ,  $O_3$



# Sloučeniny – struktura – konstituce

Vazebná topologie

→ strukturní (konstituční) vzorec

topologická (konstituční, vazebná) izomerie (sloučeniny)

A-B-C nebo A-C-B

$C_5H_{10}O$

HOCN, HNCO, HONC

$[Co(NH_3)_5NO_2]^{2+}$   $[Co(NH_3)_5ONO]^{2+}$

# Topologická (konstituční, vazebná) izomerie

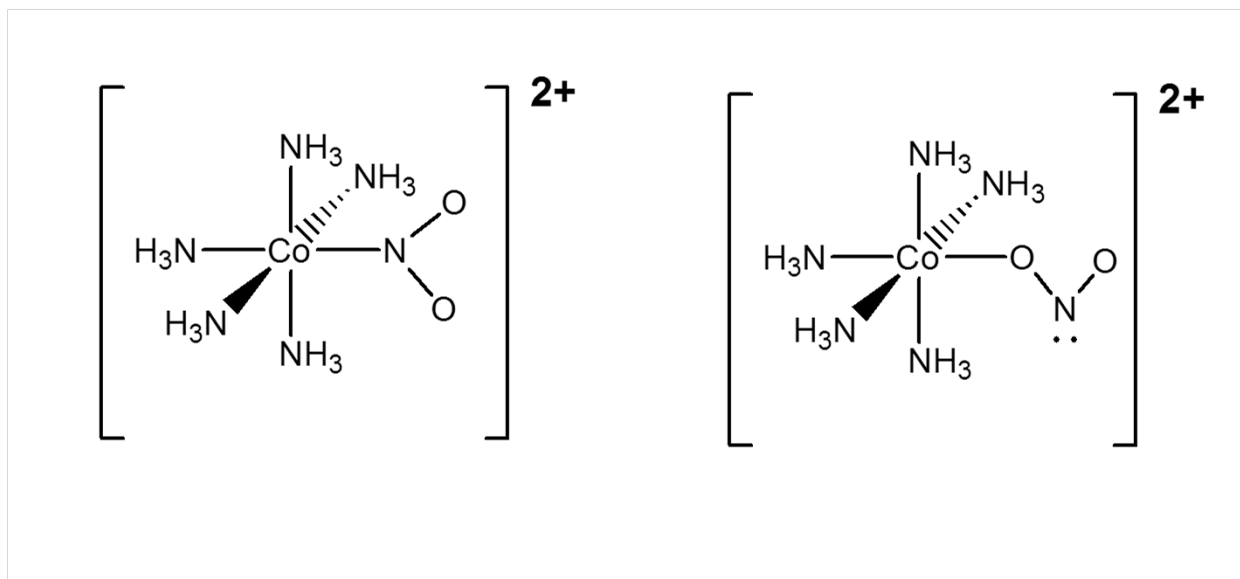


217 izomerů  $C_6H_6$

$\Sigma 217$

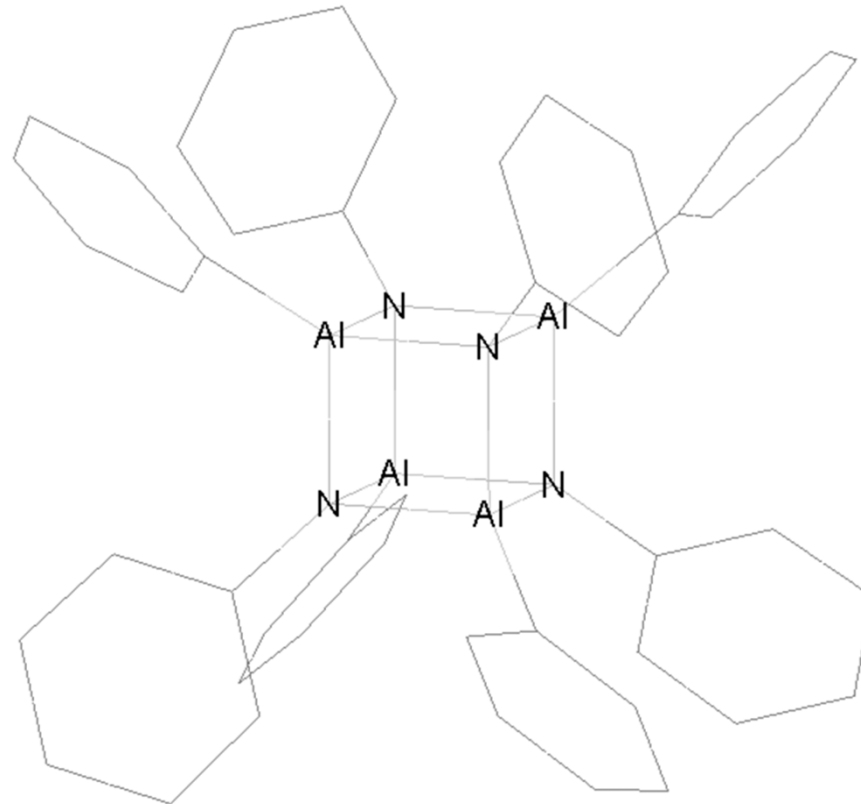
# Molekulární tvar

Molekulární tvar → geometrický vzorec

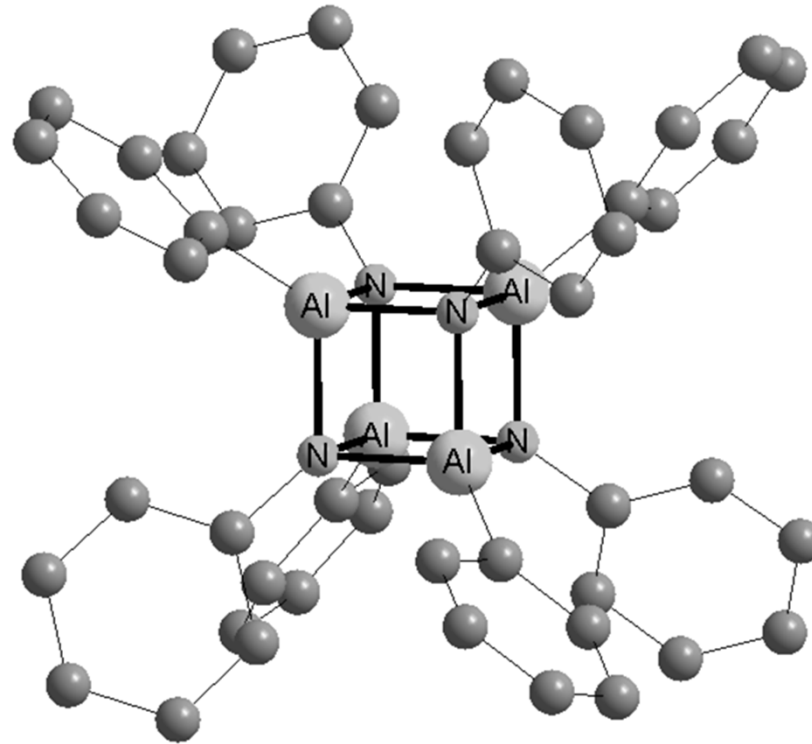


Vazebná izomerie NO<sub>2</sub> skupiny

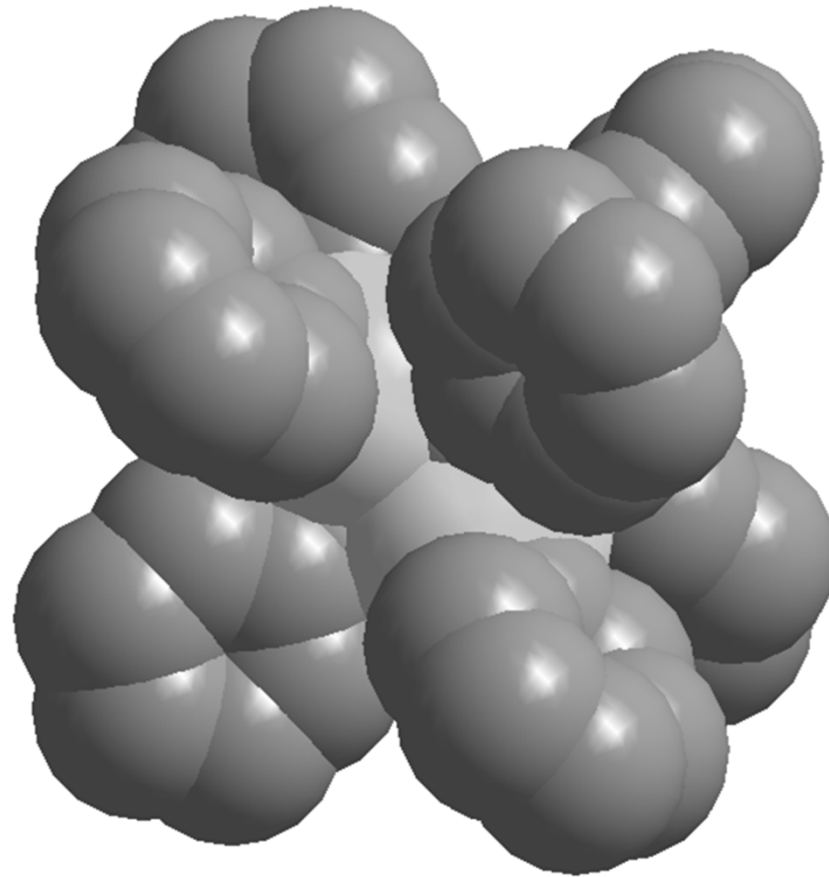
# Sloučeniny – struktura – konstituce



# Sloučeniny – struktura – konstituce



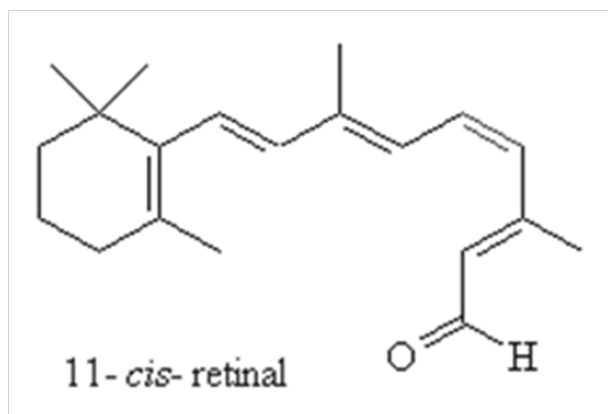
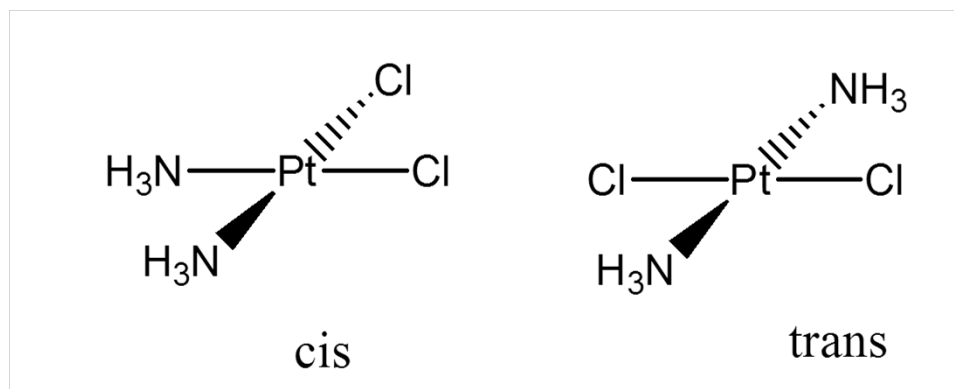
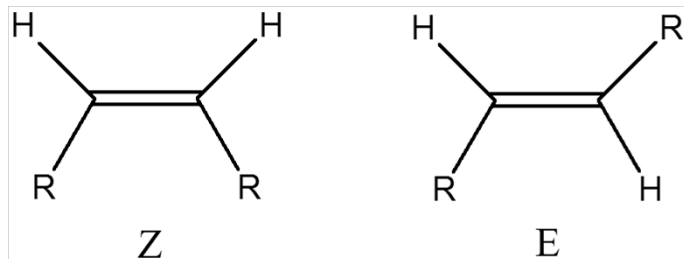
# Sloučeniny – struktura – konstituce



# Molekulární tvar

Molekulární tvar → geometrický vzorec

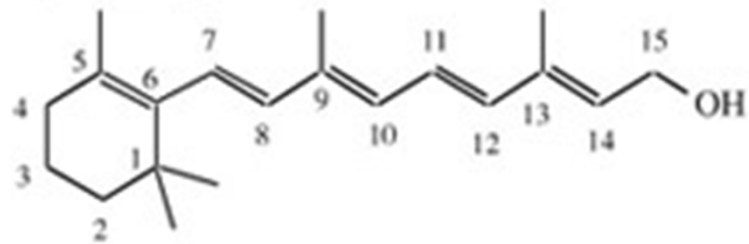
geometrické izomery



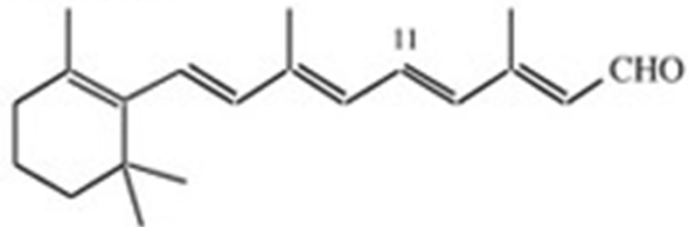
Molekulární tvar  
- fyzikální vlastnosti  
- chemická reaktivita



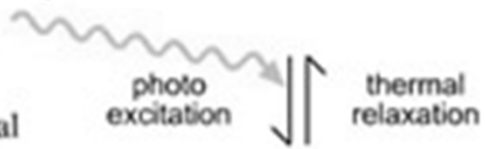
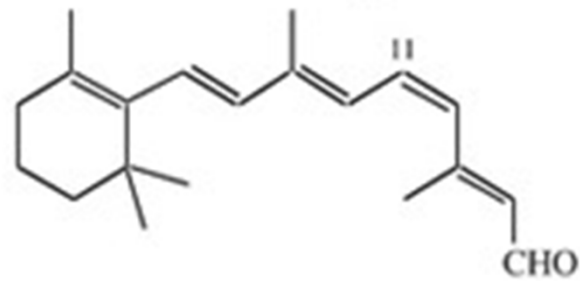
Retinol (vitamin A)



All *trans*-Retinal



11-*cis*-Retinal

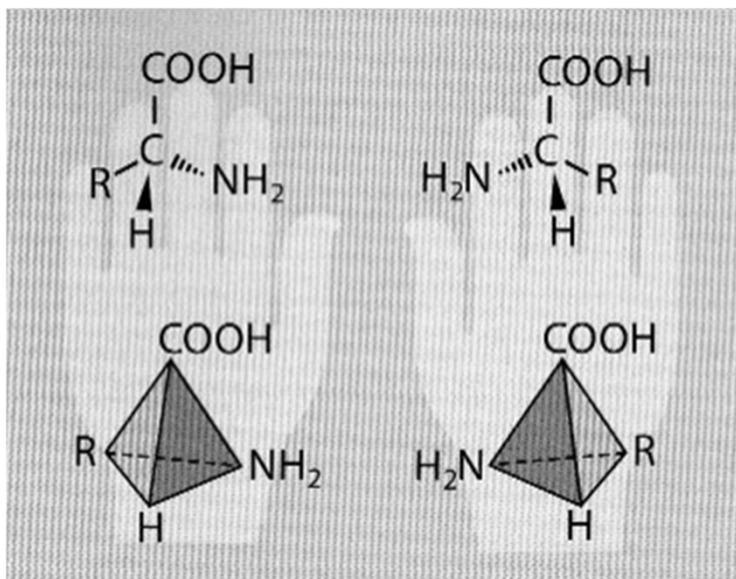


# Molekulární tvar

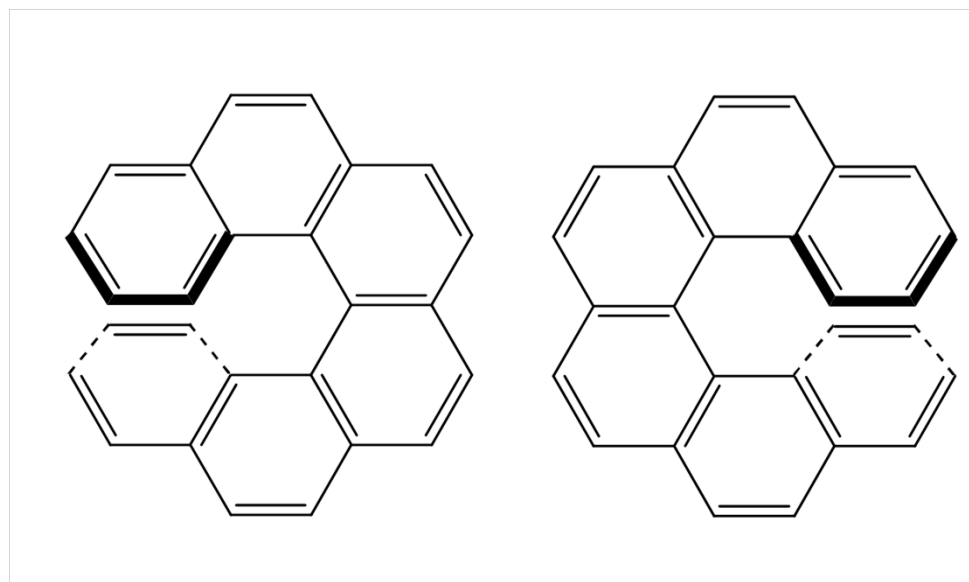
Molekulární tvar → geometrický vzorec

Optické izomery – enantiomery

Dissymetrie

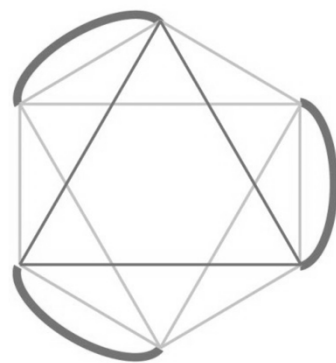
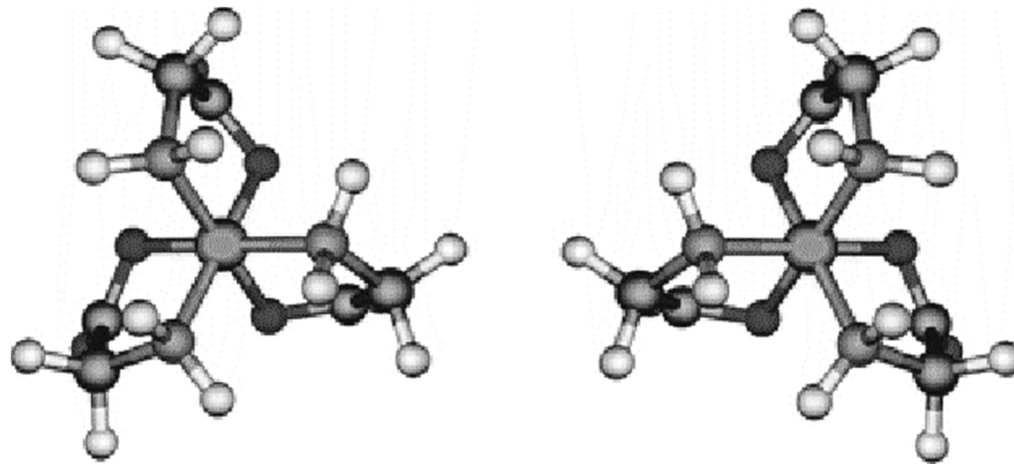


Asymetrický atom

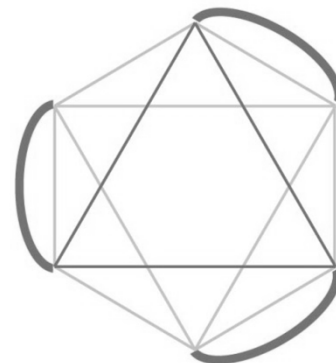


# Optické izomery - enantiomery

## Oktaedrický komplex



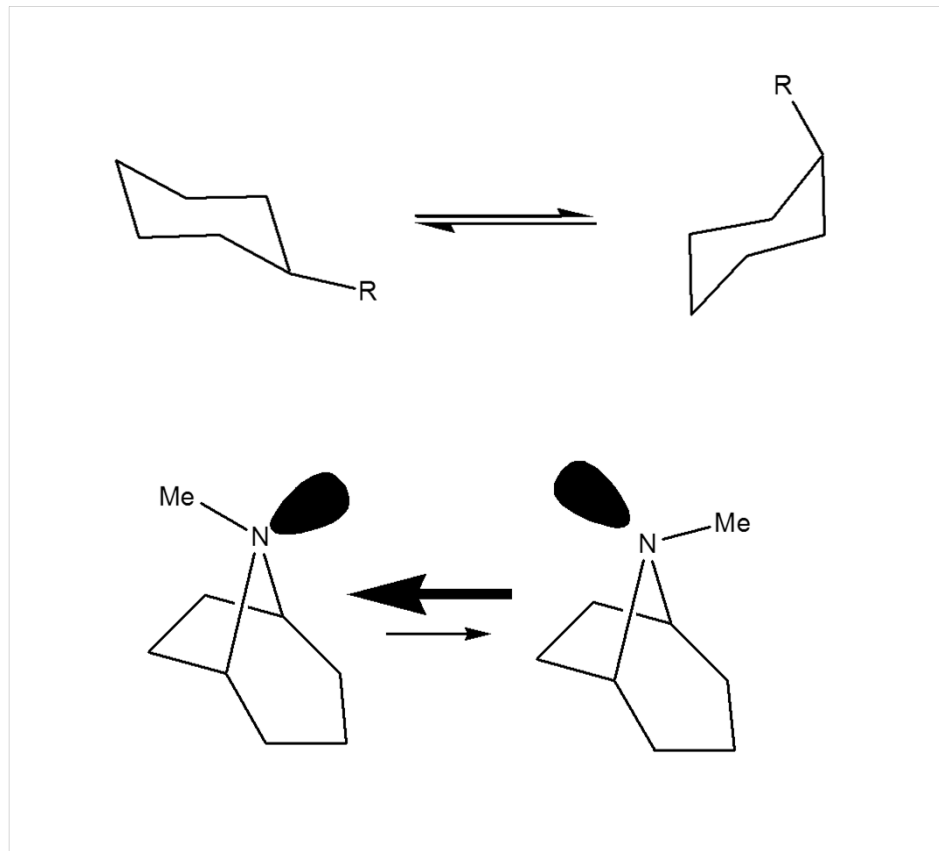
$\Lambda$



$\Delta$

# Molekulární tvar

konformery

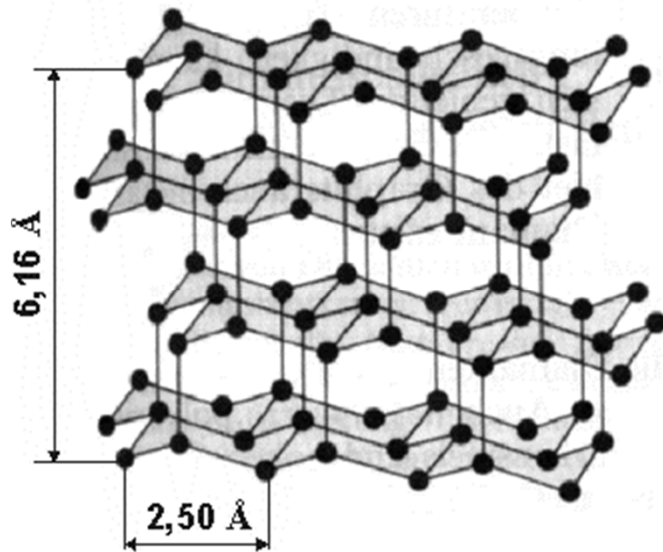


# Krystalová struktura

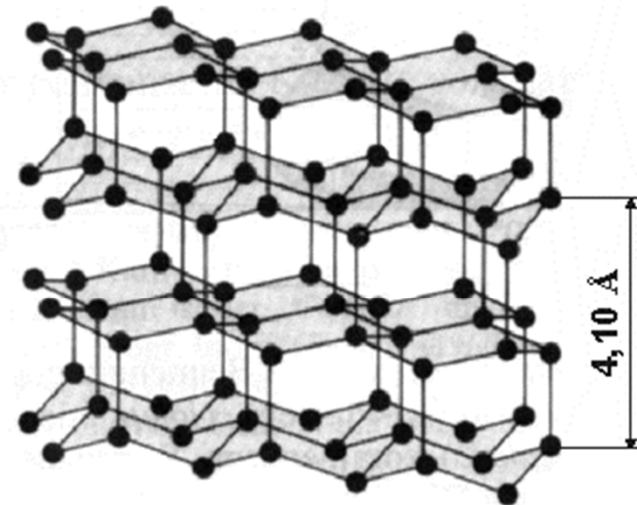
Polymorfie – jen pro pevné látky

Stejné stavební (vzorcové) jednotky, stejné vazby,  
**ale různé uspořádání v prostoru**

Kubický diamant



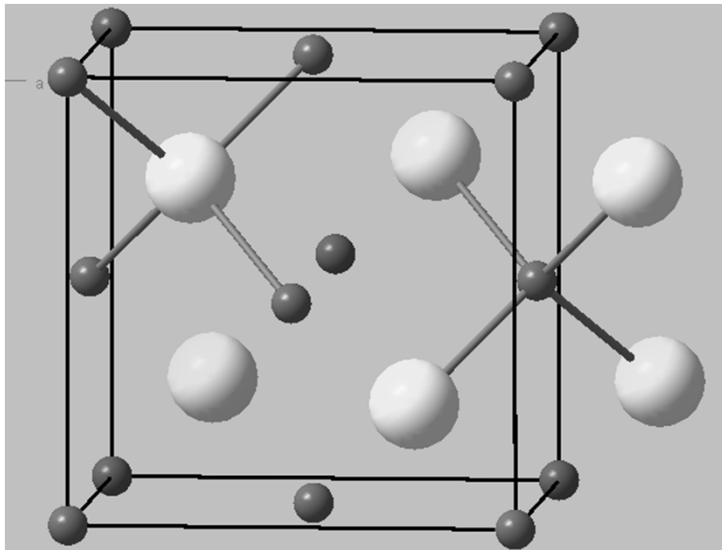
Hexagonální diamant



# Krystalová struktura

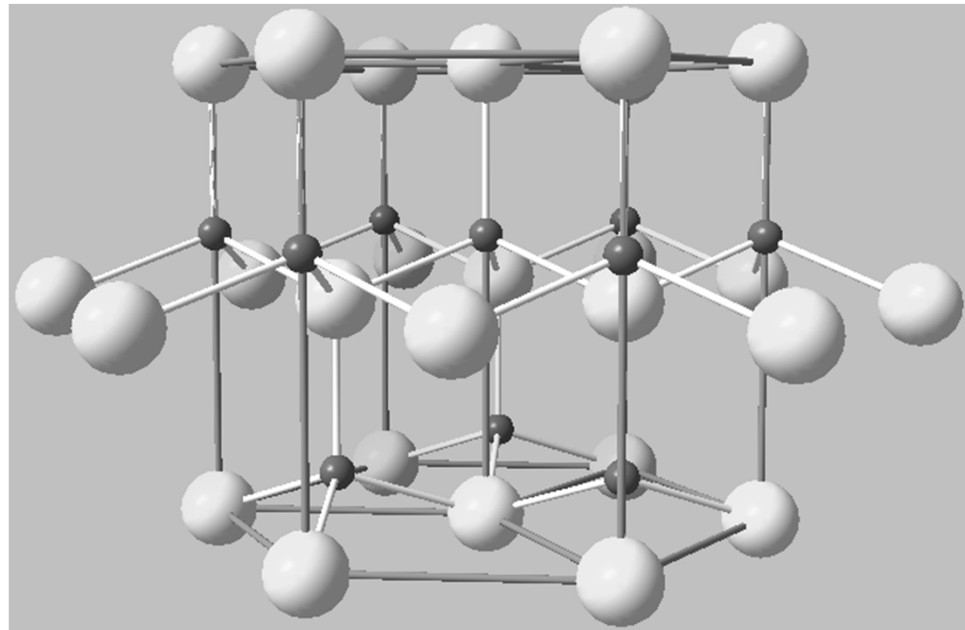
ZnS sfalerit

kubická struktura



ZnS wurzit

hexagonální struktura



## Vývoj znalostí o složení atomu

1807 Sloučeniny jsou drženy pohromadě elektrickými silami.

Získal alkalické kovy z **tavenin** jejich solí elektrolýzou

Elektrolýza taveniny  $K_2CO_3 \rightarrow K$

Elektrolýza taveniny  $NaCl \rightarrow Na$

Humphry Davy  
(1778 - 1829)



## Faradayův zákon

1833 Množství vyloučené látky při elektrolýze je přímo úměrné prošlému náboji

Faradayova konstanta =  $F$   
náboj 1 molu  $e = 96500 \text{ C}$

1 mol  $M^{z+}$  .....  $96500 \text{ C} \times z$

$n$  molů  $M^{z+}$  .....  $Q = I t$

$$m = \frac{MIt}{zF}$$



Michael Faraday  
(1791 - 1867) 60



## Složení atomu

1758

Dva druhy elektřiny: Robert Symmer

vlněné a hedvábné ponožky

1874

Elektřina je tvořena diskrétními negativně nabitými částicemi

1894 **název elektron**

George J. Stoney  
(1826 - 1911)



# Složení atomu

## Katodové paprsky, 1898-1903

- Crookesova trubice (William Crookes, 1869-1875)
- Vycházejí z negativní elektrody, pohybují se po přímce, zahřívají kov, otáčejí vrtulku (TV, TEM, MS)
- Jsou stejné pro různé druhy katodového materiálu a použitého plynu
- Jsou odpuzovány záporným potenciálem

## Experimentální potvrzení existence elektronu

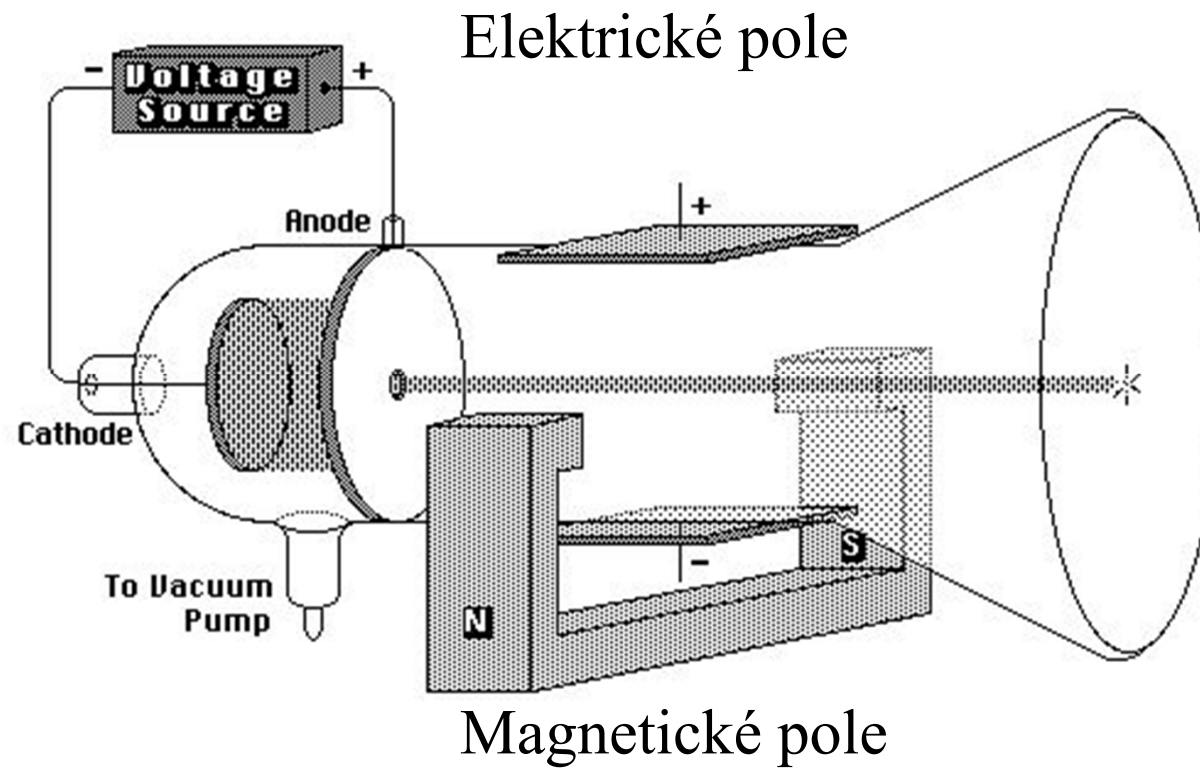
Specifický náboj

$$q/m_e = -1.76 \cdot 10^8 \text{ C g}^{-1}$$



Joseph John Thomson  
(1856 - 1940)<sup>62</sup>

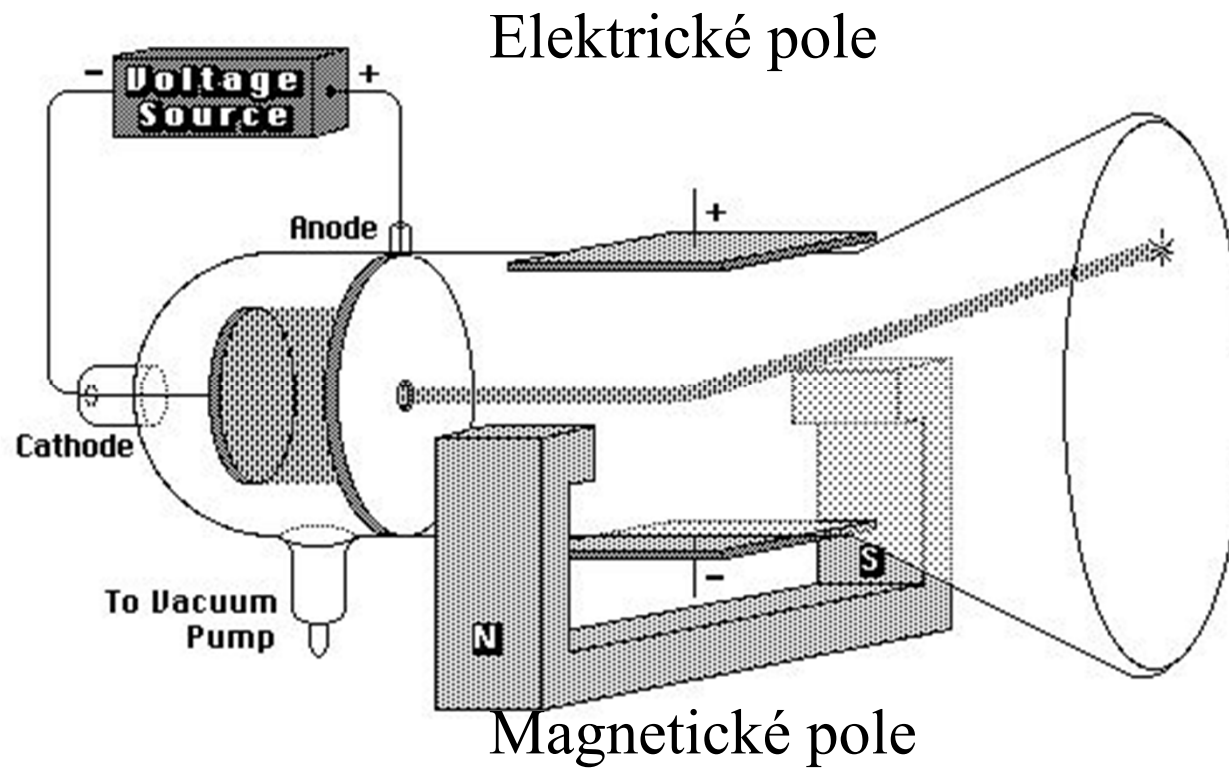
# Katodové paprsky



**Specifický náboj**

$$q/m_e = -1.76 \cdot 10^8 \text{ C g}^{-1}$$

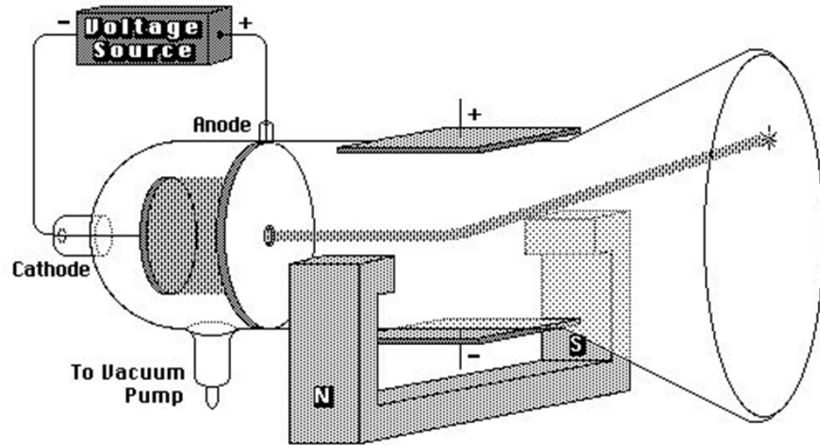
# Katodové paprsky



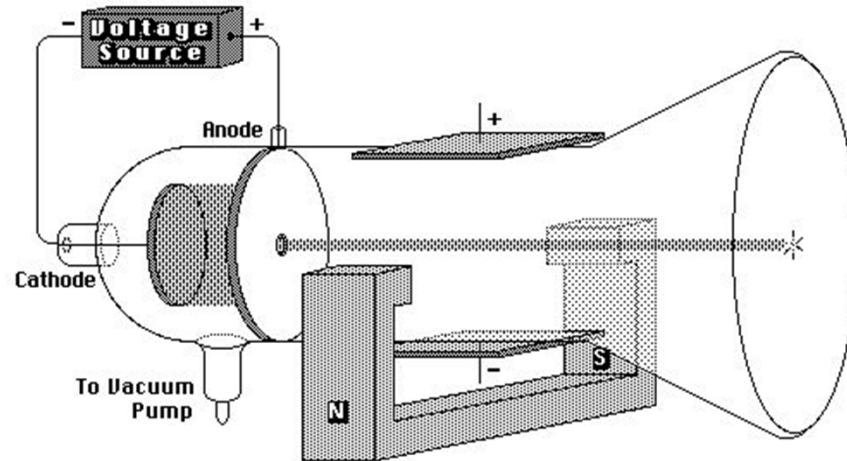
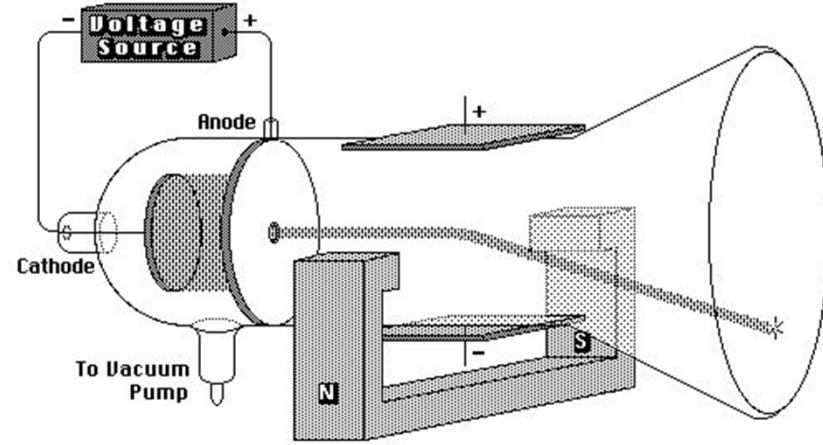
**Specifický náboj**

$$q/m_e = -1.76 \cdot 10^8 \text{ C g}^{-1}$$

## Elektrické pole



## Magnetické pole



# Thomsonův model atomu

