

Repetitorium chemie I.

(2026)

MMXXVI

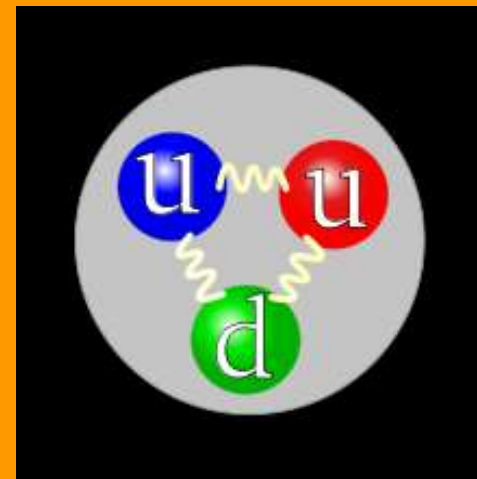
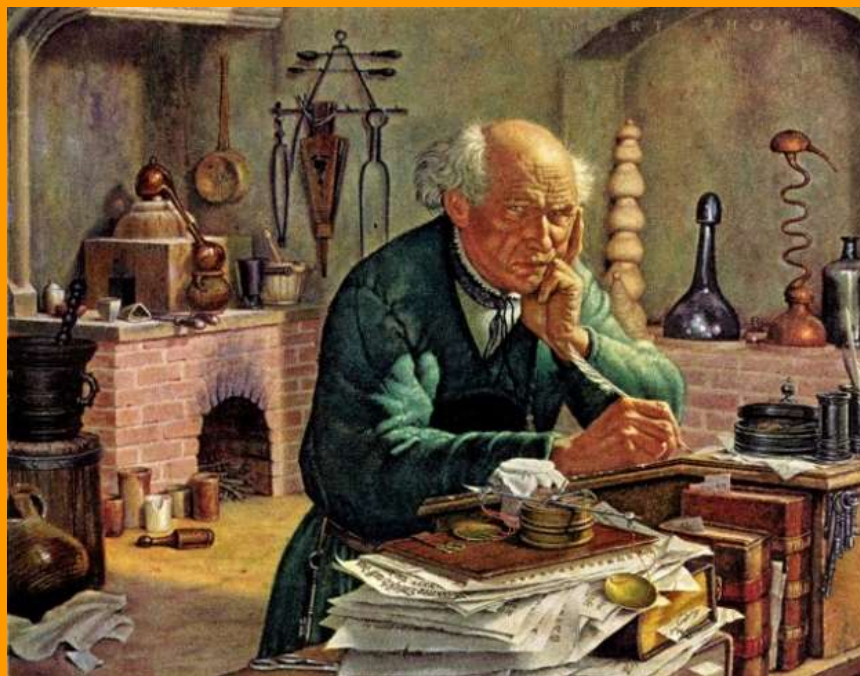
Jiří Gabriel

E-mail: gabriel@biomed.cas.cz



**Hrobka Marie Terezie (Maria Theresia Walburga Amalia Christiana),
osnovatelky povinné školní docházky v říši Habsburské (1774).**

Repetitorium chemie I.



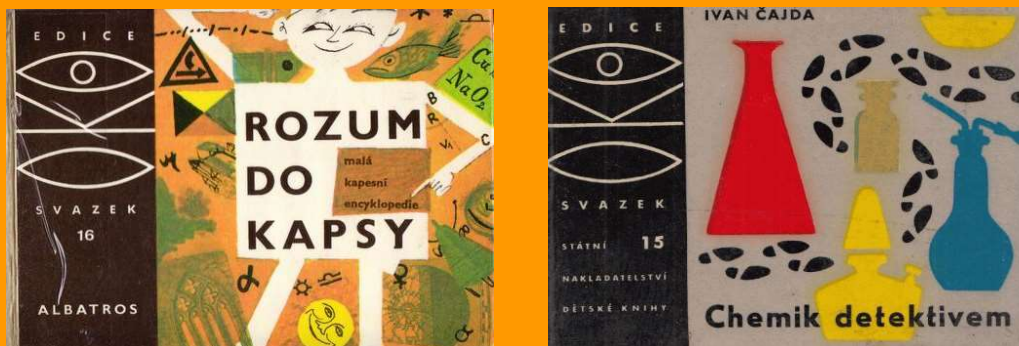
$$-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\psi(\mathbf{r})+V(\mathbf{r})\psi(\mathbf{r})=E\psi(\mathbf{r})$$

atomy, prvky, obecná chemie,
historie a souvislosti (2024)

6. Chrysologia.
7. Synopsis Aphorismorum Ch.
8. Descriptio Auri Potabilis.
9. Anatomia Antimonii.
10. Anatomia Vitrioli.
11. Tractatus de natura & prop.
12. Tractatus de Peste.
13. Antidotus pretiosa.
14. Ternarius triplex Emetico
Laudanorum.

Repetitorium chemie

Level (-1)



Level (0)

Libovolná středoškolská učebnice chemie

Level (1)

<http://www.biomed.cas.cz/mbu/gabriel/kursy.htm>

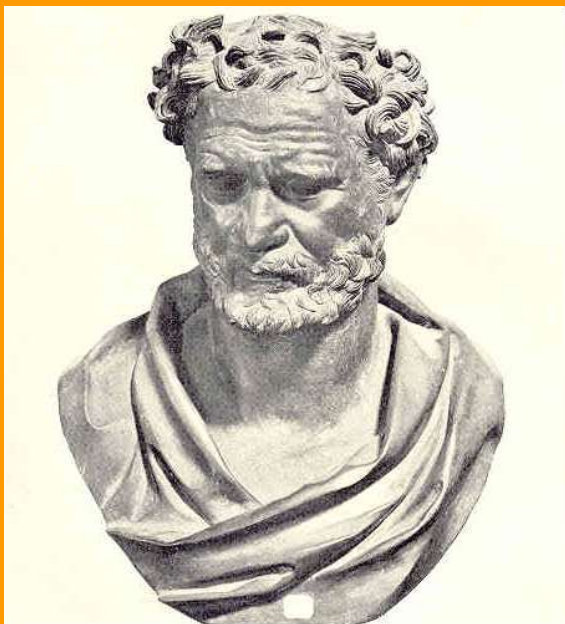
Level (2)

Libovolná vysokoškolská učebnice chemie

Ověřené internetové zdroje

Historické ohlédnutí: „nejmenší částičky hmoty“

- 5. stol. př.n.l. – Leukippos z Milétu, Demokritos z Abdér škola atomistů, později zapomenuto
- Izák Caban: *Existentia atomorum* (Wittenberg 1667)
(vůně rozmarýnu / Španělsko, hřebíček / Zanzibar)



Démokritos z Abdér završuje Leukippovo učení tím, že zavádí do filozofie (a vědy) **pojem atom** - atomem je přitom podle Démokrita základní, dále již nedělitelná částice látky - právě jen z těchto částic (a z prázdna, které je obklopuje) je pak vytvořen celý svět.



Eugenol: analgetikum z hřebíčku
fungující na bolavý zub



IX.

X.

XI.

XII.

XIII.

XIV.

XV.

XVI.

XVII.

XVIII.

arabská
alchymie

překlady arabských
děl

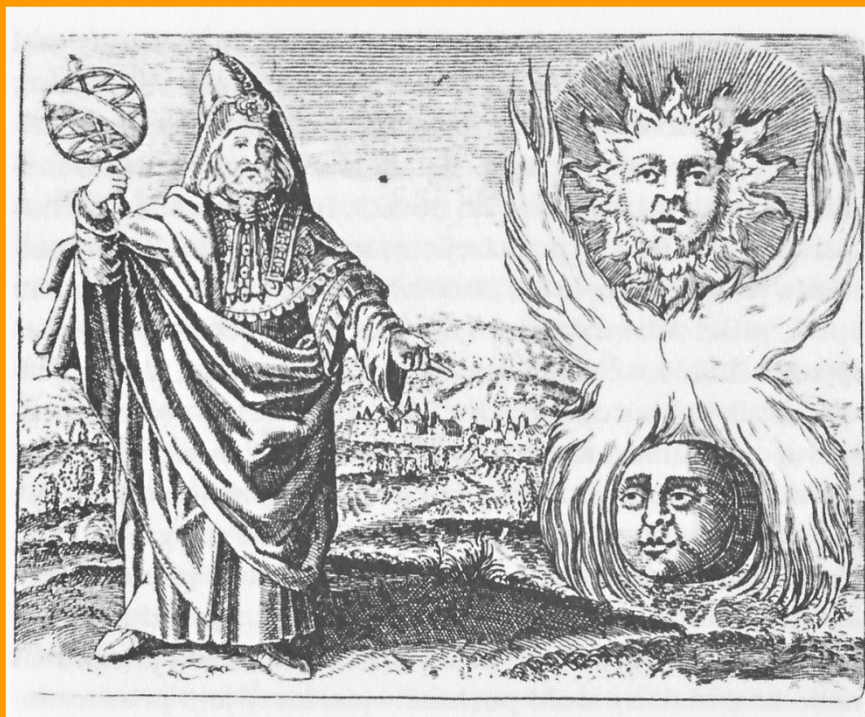
racionální alchymie

paracelsovska
alchymie

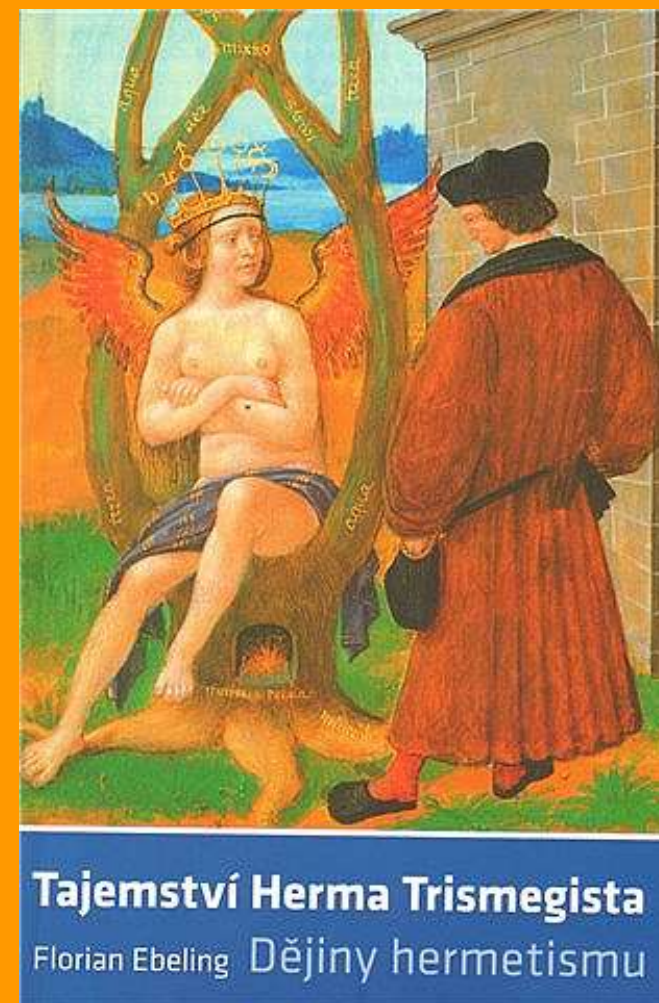
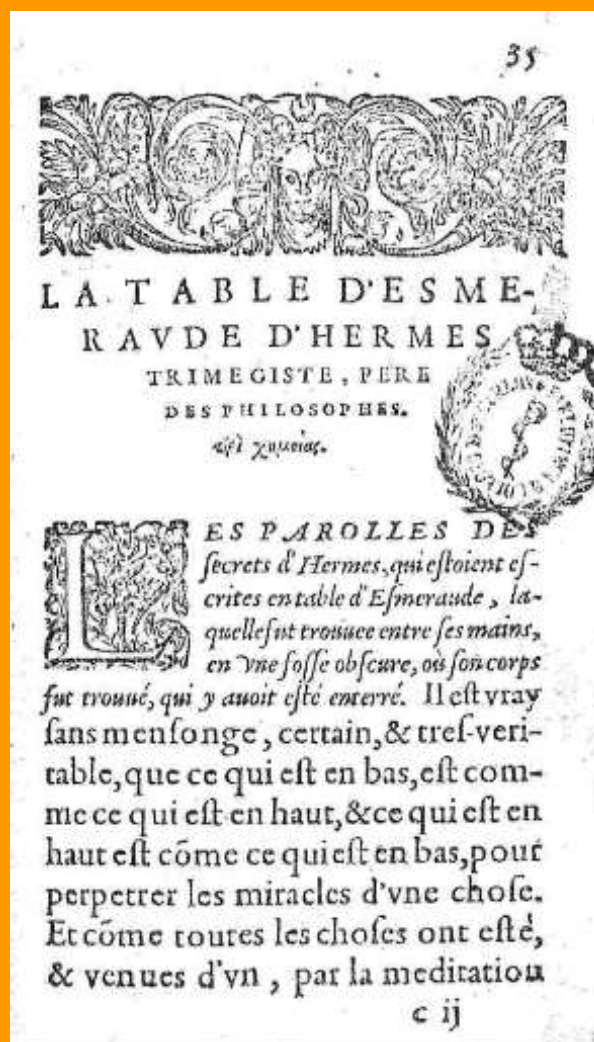
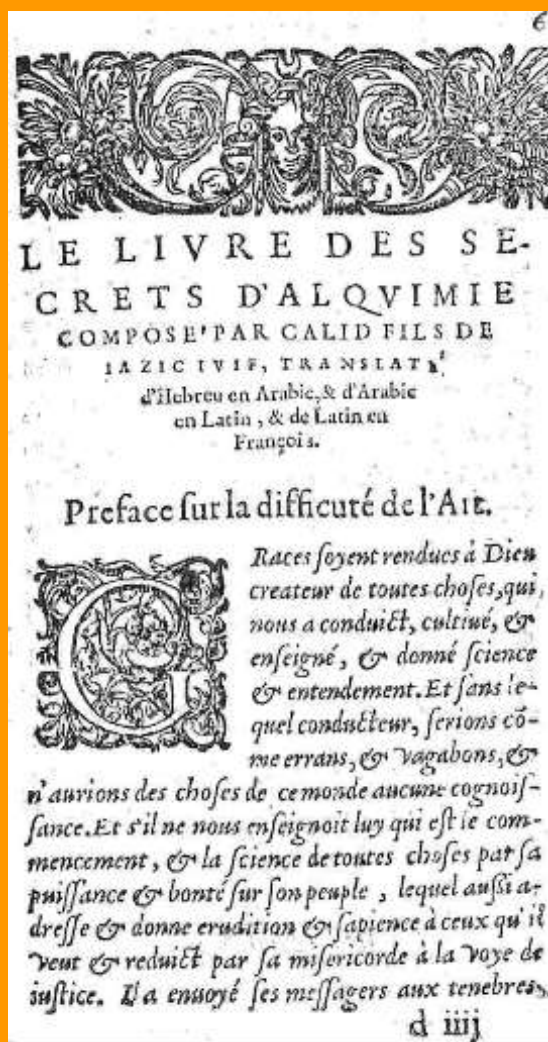
poznatky o chemických
látkách

technická chemie

Evropská alchymie



Od Smaragdové desky (biblický Abraham?) až k osobě zvané
Hermes Trismegistos (syn biblického Adama?) a zpět...
*Cíle snažení alchymistů: zlato, drahé kamení, nesmrtelnost,
vševědoucnost a bůhvíco ještě*



2009 Malvern

Le miroir d'alchimie de Jean de Meung ...
traduit de Latin en François. ... sur la Table d'esmeraude
d'Hermes Trimegiste.

By Jean de Meung, vydáno 1613 A Paris

Historické ohlédnutí: „nejmenší částčky hmoty“



Zakladatel „iatrochemie“

„Nikoli jako oni říkají: alchymie dělej zlato, dělej stříbro. Zde je ručení: dělej léky a obracej je proti nemocem“

Velké ranhojičství (Ulm 1536)

Liber Paramirum

Herbarius

Knihy o tartarických onemocněních

Knihy o dlouhém životě

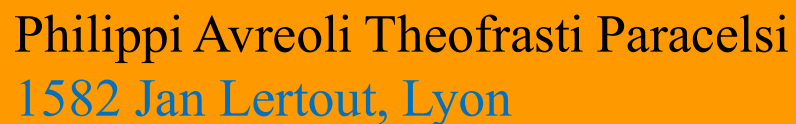
Archidoxis

Liber Paragranum

Knihy o otravách horníků

Philosophia sagax (Astronomia Magna)

Theophrastus Bombastus Philippus Aureolus von Hohenheim (1493/4-1541), řečený *Paracelsus*

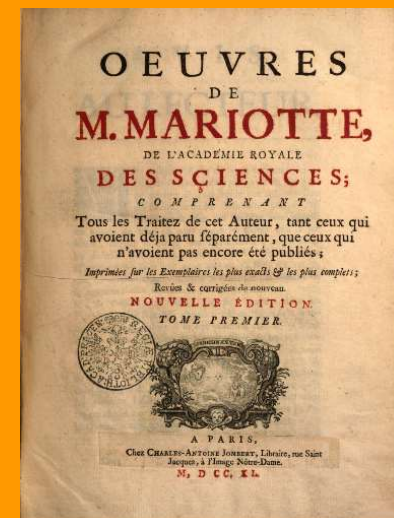
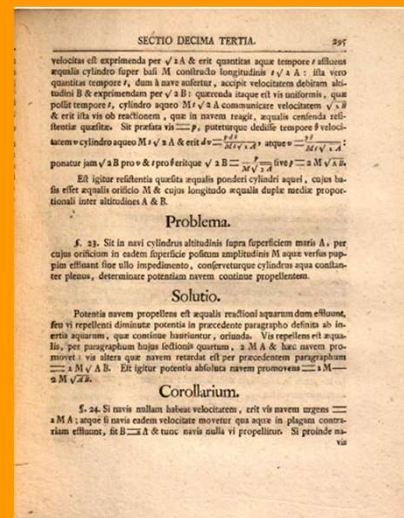
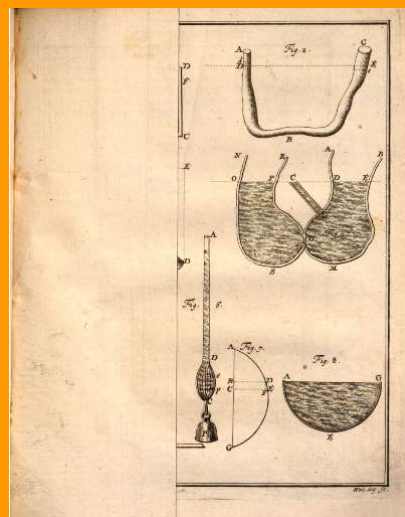
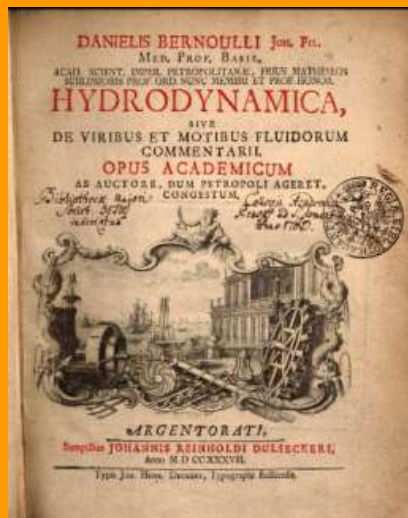




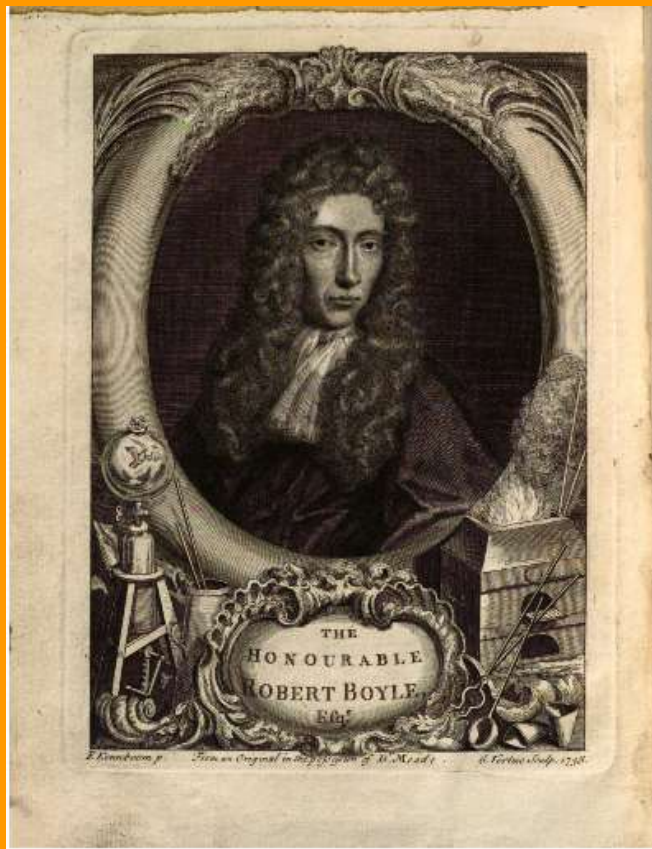
Hřbitov v Solnohrádu – současné bydliště Paracelsovo

Historické ohlédnutí: „nejmenší částičky hmoty“

- Počátek 18. století: novodobý atomismus, založený na experimentech
- 1738 Bernoulli (1700-1782): v dodatku ke knize Hydrodynamica kinetická teorie plynů, matematicky odvodil závislost tlaku a objemu plynu (Boylův-Mariottův zákon) $p \cdot V = \text{konst.}$



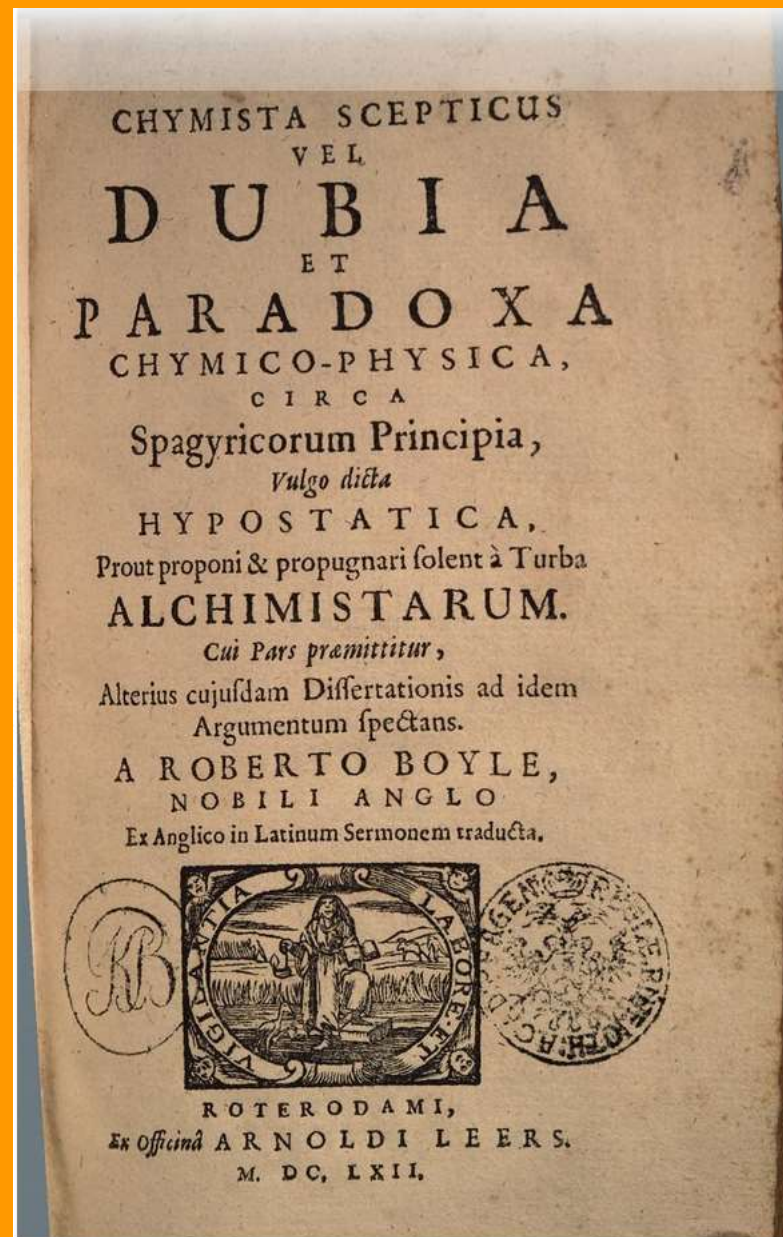
Hydrodynamica (1738, Johannes Deckeri, Basilej)
Oeuvres de M. Mariotte (1711, Charles-Antoine Jombert, Paris)



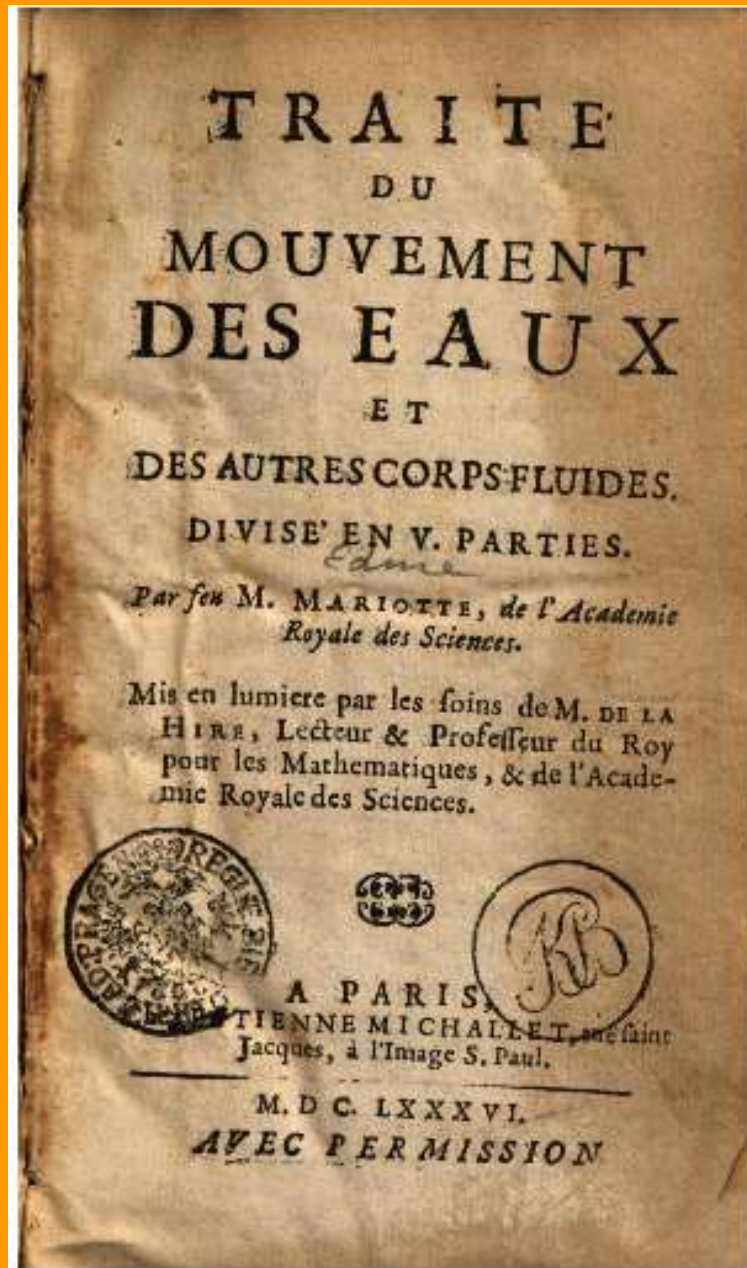
Robert Boyle (1627-1691)

The philosophical works of the HONOURABLE ROBERT BOYLE Esq; abridged, methodized, and disposed under the GENERAL HEADS OF PHYSICS, STATICS, PNEUMATICS, NATURAL HISTORY, CHYMISTRY, and MEDICINE.

Chymista Scepticus (Skeptický chemik)



1662 Rotterdam, Arnout Leers



TRAITÉ DU MOUVEMENT DES EAUX ET
DES AUTRES CORPS FLUIDES
DIVISÉ EN V. PARTIES /

POSKYTOVÁNÍ POHYBU VOD A
JINÝCH TEKUTÝCH TĚLES
ROZDĚLENÝ NA V. ČÁSTI /

1686 Étienne Michallet, Paris



abbé Edmé Mariott: (1620-1684)

$T = \text{konst.}$

Historické ohlédnutí: „nejmenší částěčky hmoty“

- Dalton počátkem 19. století formuloval základní poučky atomové teorie:
 1. Prvky se skládají z hmotných atomů
 2. Je tolik druhů atomů, kolik je prvků
 3. Atomy jednoho prvku mají všechny vlastnosti stejné
 4. Atomy se mohou chemicky slučovat

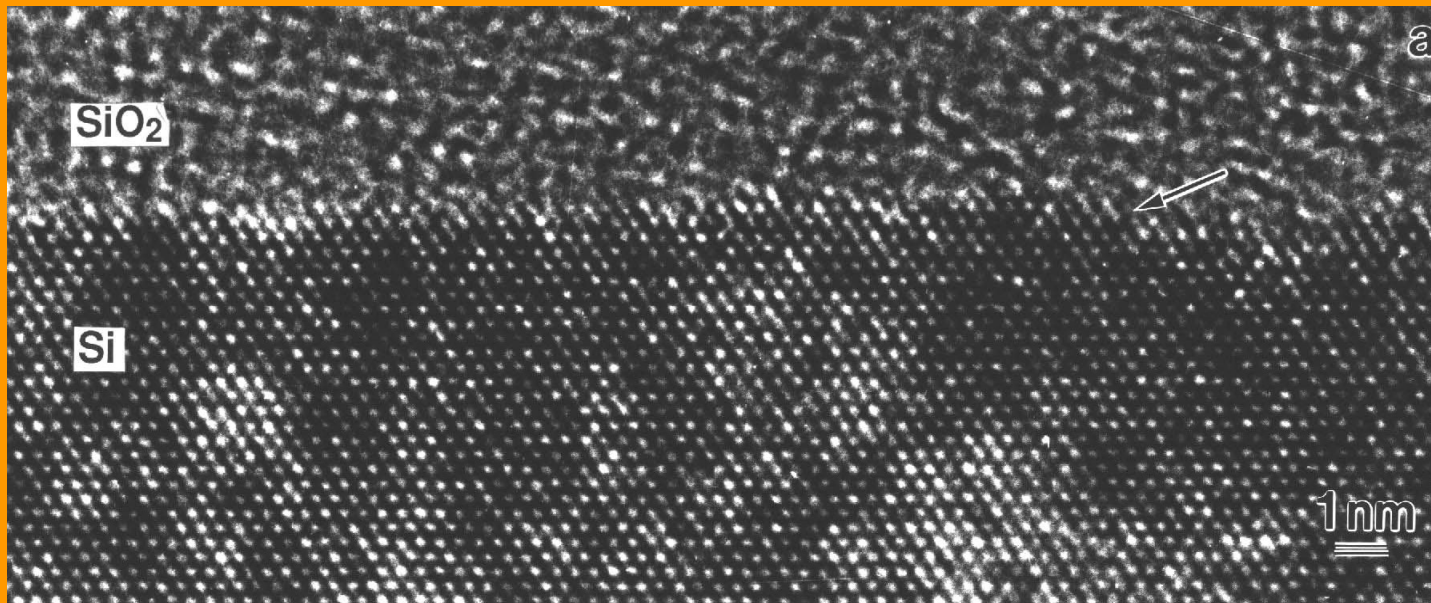


6. 9. 1766 - 27. 7. 1844

V roce 1794 Dalton jako první vědecky vysvětlil podstatu barvosleposti - sám barvoslepostí trpěl. Na jeho počest byla barvoslepost pojmenována *daltonismus*.

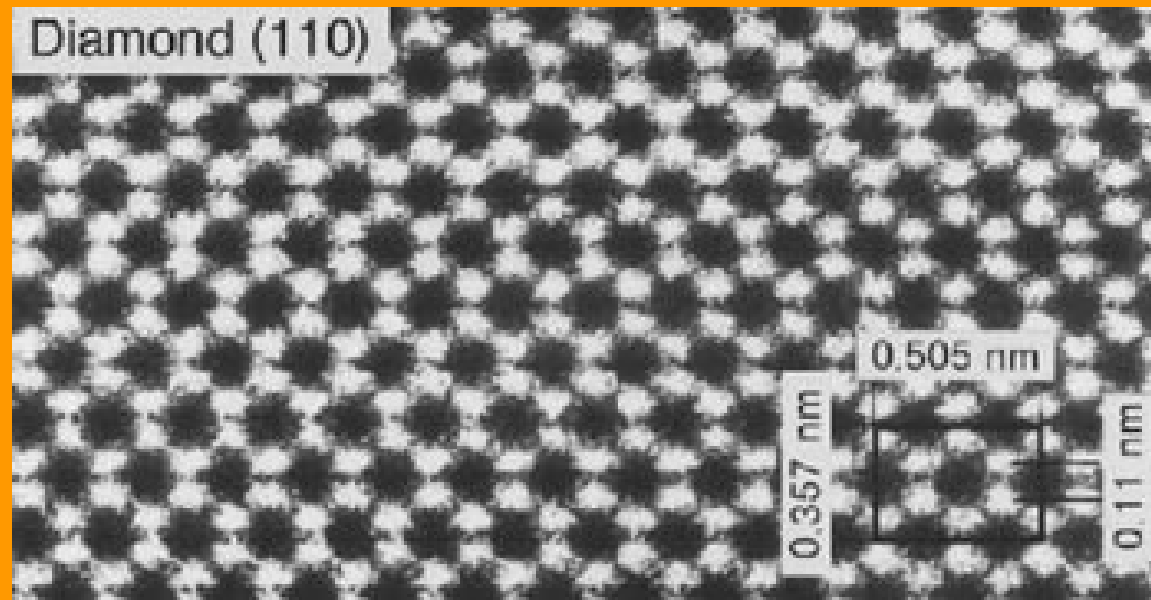
Atomy

- Velikost: hrana krystalu mědi o délce 1 mm obsahuje 4 miliony atomů.
- Na obrázku: povrch křemíku (úsečka představuje velikost 1 nm)

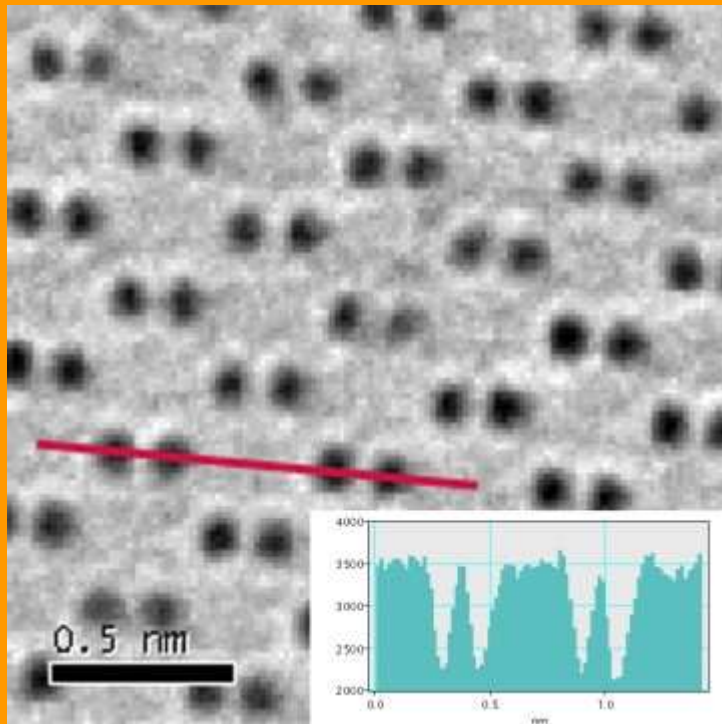


Atomy

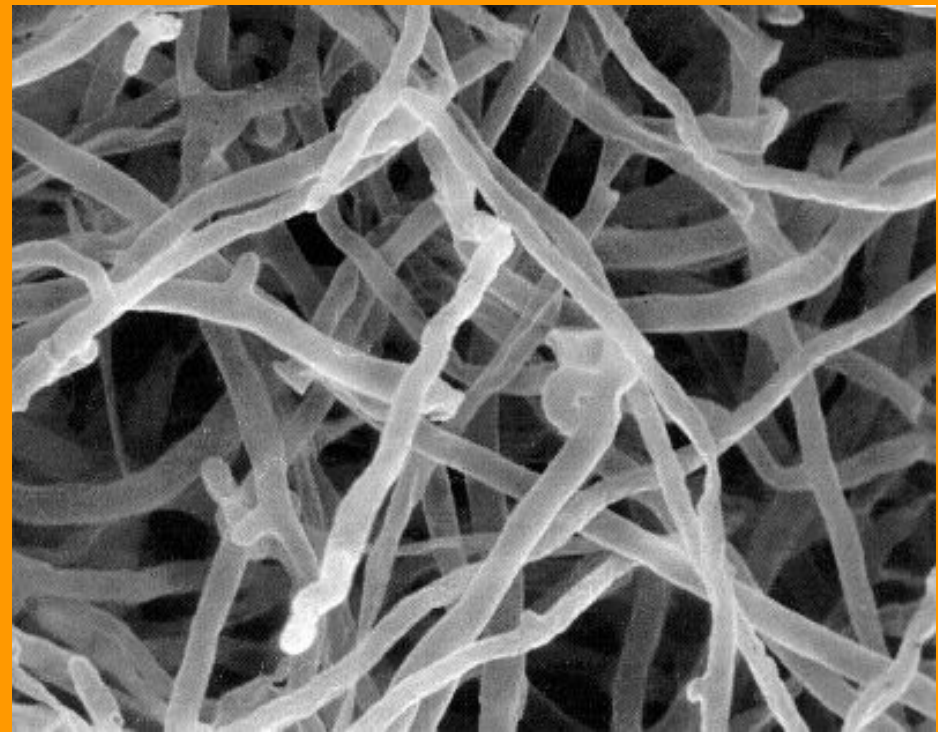
- Nejmenší hmotnost má atom vodíku ($1,67 \cdot 10^{-27}$)
- Relativní atomová hmotnost: základem je $1/12$ hmotnosti isotopu $^{12}_6\text{C}$



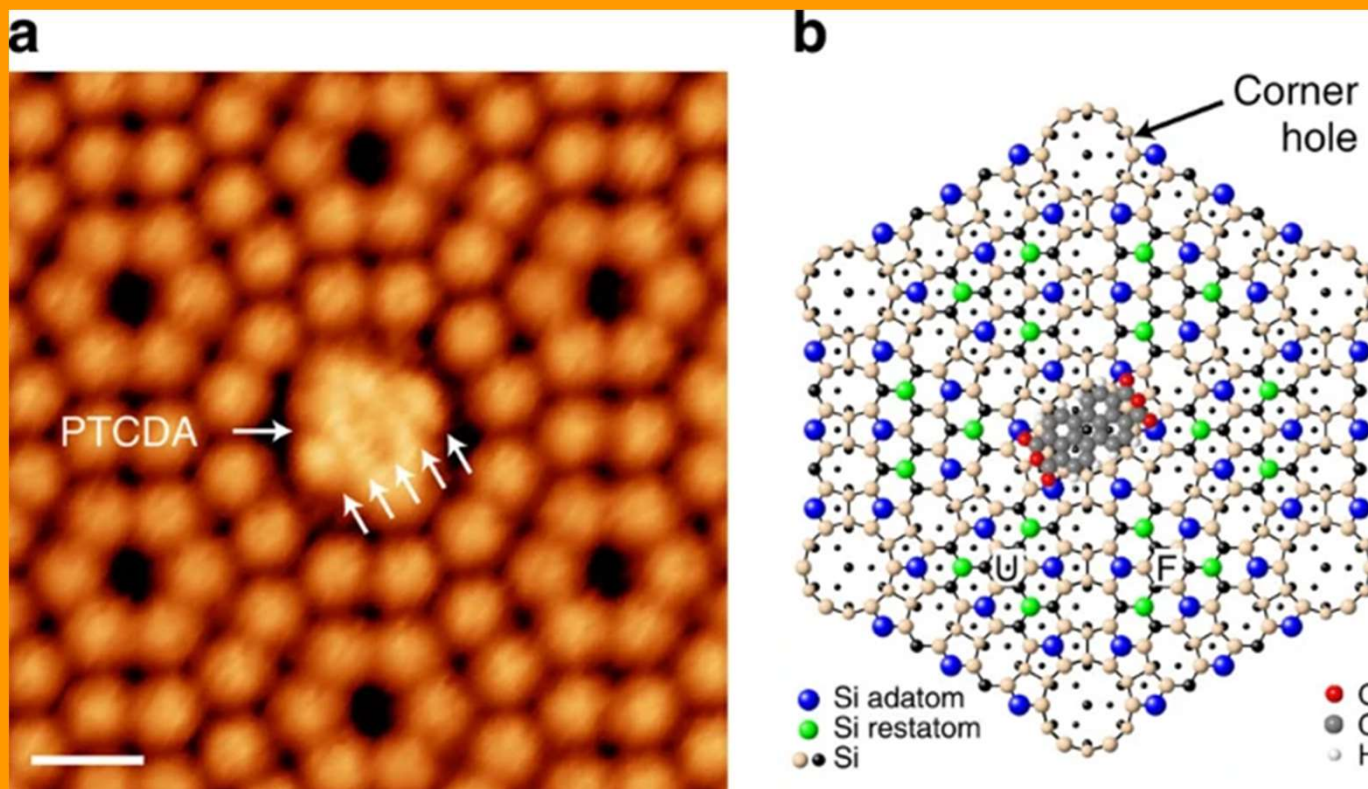
Ještě elektronová mikroskopie



atomy germania



hyfy (vlákna) hlívy ústříčné

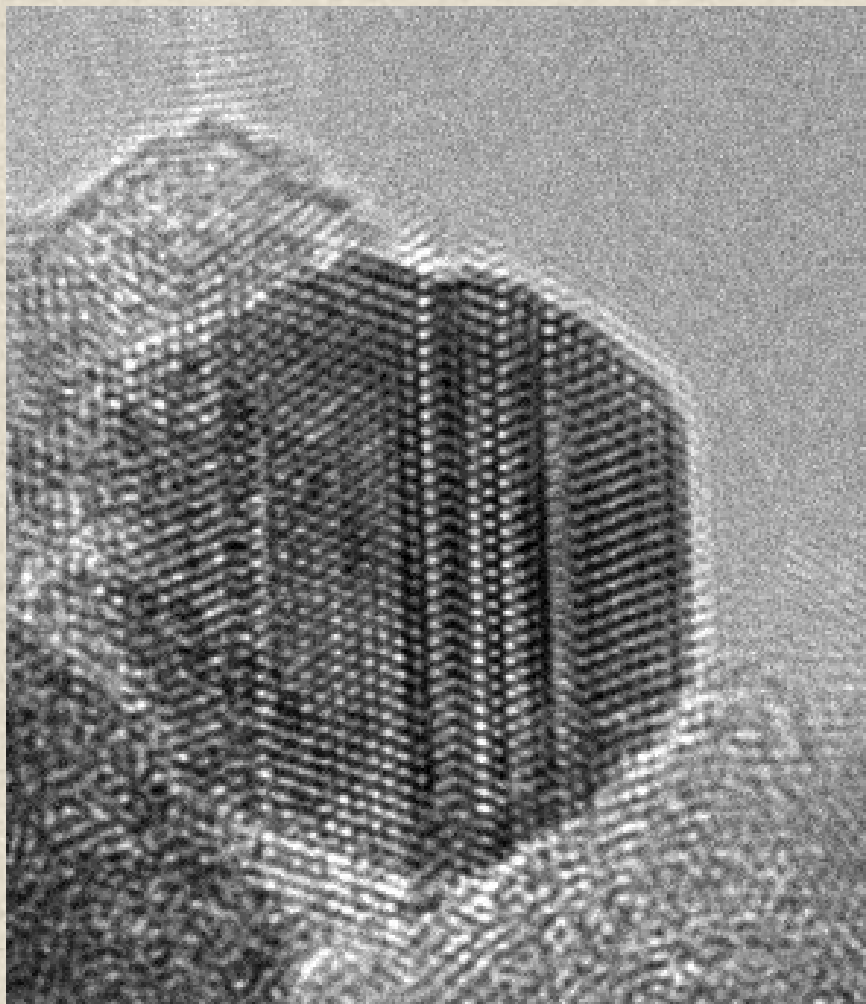


K. Iwata et al, "Chemical structure imaging of a single molecule by atomic force microscopy at room temperature", **Nature Communications** 6, 7766 (2015), [doi:10.1038/ncomms8766](https://doi.org/10.1038/ncomms8766)

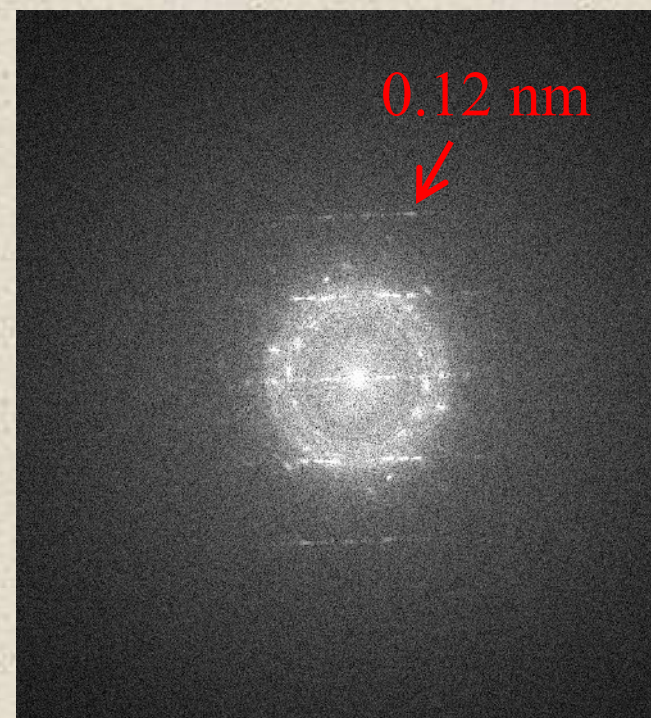
Atomic force microscopy is capable of resolving the chemical structure of a single molecule on a surface. In previous research, such high resolution has only been obtained at low temperatures. Here we demonstrate that the chemical structure of a single molecule can be clearly revealed even at room temperature. 3,4,9,10-perylene tetracarboxylic dianhydride, which is strongly adsorbed onto a corner-hole site of a Si(111)-(7 × 7) surface in a bridge-like configuration is used for demonstration.

Talos 200i - ukázky

Režim HR TEM – dosaženo rozlišení 0,12 nm (důkaz na Fourierově transformaci)



Nanočástice, viditelné atomové sloupce, dvě vertikální dvojčata



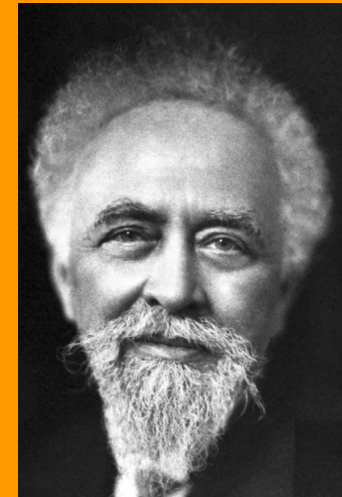
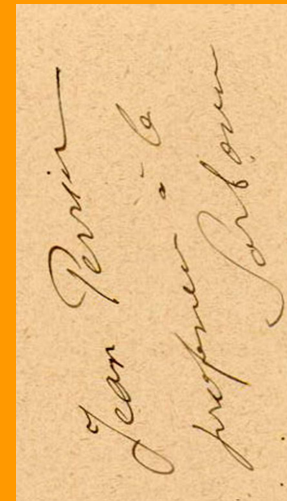
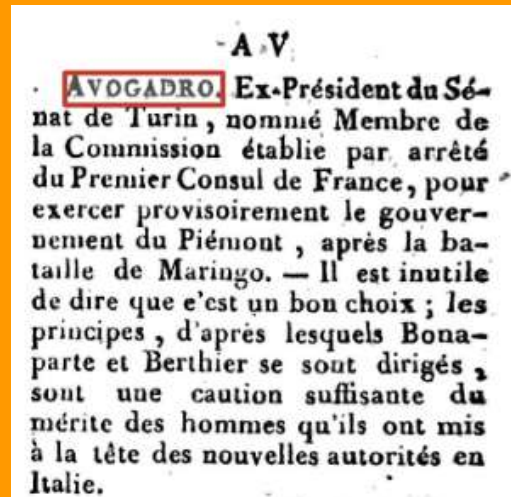
(Laskavostí prof. Tomáše Krumla, Ústav fyziky materiálu AV ČR, Brno)

Atomy

1 mol kteréhokoliv prvku obsahuje vždy stejný počet atomů $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ Avogadrova konstanta

(ale na vyčíslení se podílel zejména Jean Baptiste Perrin (1870-1942); Nobelova cena 1926)

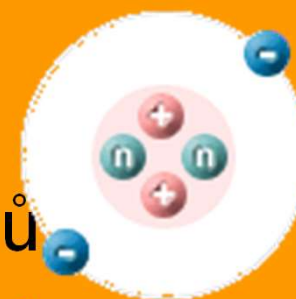
1 mol plynu má objem 22,4 l (molární objem)



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

Atomy: atomové jádro

- Atom je elektroneutrální částice (jádro + elektronový obal)
- Jádro je složeno z protonů a neutronů
- Hmotnostní číslo udává počet protonů a neutronů v jádře, např. ^{23}Na
- Počet protonů je shodný s pořadovým číslem prvku v periodické tabulce, např. $_{11}\text{Na}$



Kvarky a struny

Proton a **neutron** spolu s dalšími hadrony a leptony jsou složeny z jednodušších částic - z **kvarků**.

Murray Gell-Mann a **George Zweig** přišli (1964) s ideou **kvarků**. Podle těchto představ měly být mezony a baryony složeny systémy skládající se z kvarků nebo antikvarků (baryony ze tří kvarků, mezony z dvojic kvark -antikvark). Kvarky měly být tři typů, jež dostaly jméno **u** (up), **d** (down) a **s** (strange - podivný), se spinem $1/2$ a elektrickým nábojem (v uvedeném pořadí) postupně $2/3$, $-1/3$, $-1/3$.

proton: u u d

neutron: d d u

V současné době známe **6** druhů kvarků. **Kvark** je 1 000 x **menší než** proton.

Kvarky a struny

Teorie strun předpokládá, že základními stavebními kameny přírody **nejsou** částice s nulovými rozměry, nýbrž **jednorozměrné struny**, které vibrují různými způsoby, odpovídajícími různým druhům částic

Podle teorie **superstrun** má vesmír – namísto nám dobře známých čtyř rozměrů – **jedenáct rozměrů** (jeden časový a deset prostorových). Dodatečné rozměry jsou ovšem svinuty do variety malé velikosti, v důsledku čehož unikají přímému pozorování.

Atomy: periodická tabulka prvků

- 1829 J. W. Döbereiner: „Pokus seskupit elementární látky podle jejich podoby“ – triády (např. **Li**, Na, K, nebo S, Se, Te, nebo Cl, Br, I)
- 1850 M. von Pettenkofer zjistil, že ve skupinách může být více látek než tři
- 1863-1866 J. A. R. Newlands: zákon oktáv (vlastnosti prvků se opakují po každém osmém)



video 1 a video 2

*scénář a režie Jiří Gabriel,
hrají Jiří Gabriel a Karel
Švec, kamera Patrik Šouc
Utíkaní pryč: všichni
© MBÚ AV ČR, 2023*

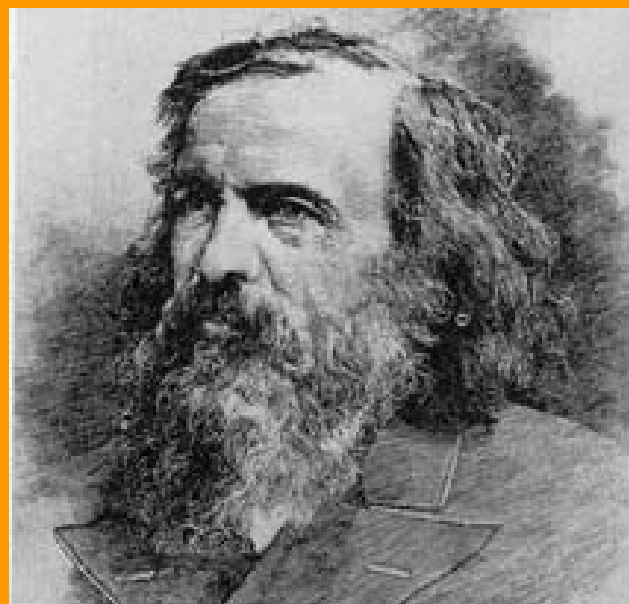
„Li-Ion baterie musí být nejspíš nabitá, aby při mechanickém poškození vzplála či vybuchla“ - vyzkoušeno 10.2.2023 v Krči

Atomy: periodická tabulka prvků

- 1. Kongres chemiků v Karlsruhe (1860):
„... je třeba odstranit chaos v oboru atomových vah“
- D. I. Mendělejev seřadil prvky podle atomových hmotností do period tak, aby v řádkách byly prvky podobných vlastností (nyní se píší do sloupců pod sebe).

Atomy: periodická tabulka prvků

- „věštecký sen“ 17. února 1869
- 6. března 1869 byl čten na zasedání Ruské chemické společnosti rukopis Mendělejevovy práce zabývající se „vztahem mezi vlastnostmi a atomovou vahou prvků“
- 1870 vychází tiskem práce „Přirozená soustava prvků a její použití k udání vlastností dosud neobjevených prvků“



(1834-1907)

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

			Ti=50	Zr=90	?=180.
			V=51	Nb=94	Ta=182.
			Cr=52	Mo=96	W=186.
			Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,1.
			Fe=56	Ru=104,4	Ir=198.
			Ni=Co=59	Pt=106,8	Os=199.
			Cu=63,4	Ag=108	Hg=200.
H=1			Be=9,4	Mg=24	Zn=65,2
					Cd=112
			B=11	Al=27,1	?=68
					Ur=118
			C=12	Si=28	?=70
					Sn=118
			N=14	P=31	As=75
					Sb=122
			O=16	S=32	Se=79,4
					Te=128?
			F=19	Cl=35,5	Br=80
					I=127
Li=7	Na=23		K=39	Rb=85,4	Cs=133
					Tl=204.
			Ca=40	Sr=87,6	Ba=137
					Pb=207.
			?=45	Ce=92	
			?Er=56	La=94	
			?Yt=60	Di=95	
			?In=75,8	Th=118?	

Vynálezy.

* Známý petrohradský chemik Mendelejev našel nové svítivo, které se vyrábí z odpadků naftových. Jest to plyn bez barvy a nepáchnoucí; chytá při teplotě 135° F. a hoří jasným a jednotejným plamenem, jež možno uhasiti vodou, čehož při hořící naftě není. Výlohy za vyrábění nejsou prý veliké: pud (40 liber) tohoto plynu stojí 3 zl.

STAČÍ ZAPÁLIT UHLÍ POD ZEMÍ, PŘEMĚNIT JE VE SVÍTIPLYN, V PLYN GENERÁTOROVÝ NEBO VODNÍ
A VÉST JEJ ROURAMI Z PAPIRU NASYCENÉHO DEHTEM A OVINUTÉHO DRÁTEM.

D. I. Mendělejev – záznam v deníku

Osvětlování plyny bude také již sto let staré. Za vynálezce svítiplynu z uhlí kamenného považuje se Murdoch, jenž roku 1792 svůj dům a svou dílnu v Redruthu v Cornwallsku osvětlil první plynem a roku 1798 plyn zavedl do továrny slavného Jamesa Watta v Soho blíž Birminghamu. V Praze zaveden byl plyn r. 1847. Dne 15. září 1847 svítilo v Praze prvních 200 ve-

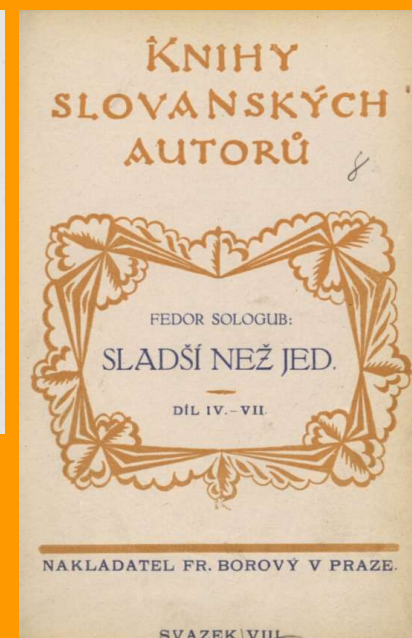
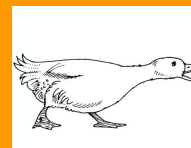
(O pokroku prostředků osvětlovacích. Z časopisu Český mechanik, 1899
O národohospodářském významu plynáren; Plyn a voda 1921)

Vynálezy.

* Známý petrohradský chemik Mendelejev našel nové svítivo, které se vyrábí z odpadků naftových. Jest to plyn bez barvy a nepáchnoucí; chytá při teplotě 135° F. a hoří jasným a jednotejným plamenem, jež možno uhasiti vodou, čehož při hořící naftě není. Výlohy za vyrábění nejsou prý veliké: pud (40 liber) tohoto plynu stojí 3 zl.

— Mluvíš hlouposti, — křičel Jevgenij. — Tehdy nebylo takové vědy jako teď. A po Darwinovi a Mendělejevovi věřiti v karty je stejně hanebné, jako je hanebné věřiti v míšení se nadpřirozených sil. Bakterie jsou mocnější než čert, to si pamatuj. S profesory se stýkáš, ale pořád jsi hloupá husa.

(Světobor, 1881; 1 pud = 16,38 kg)
(F. Golubov: Sladší než jed, 1915)



Atomy: periodická tabulka prvků

- „Neobjevené prvky“ objeveny vzápětí:
- 1875 P.E. Lecocq de Boisbaudran objevil **gallium** (eka-aluminium)
- 1879 L.F. Nilson objevil **skandium** (eka-bor)
- 1886 C.A. Winkler objevil **germanium** (eka-silicium)
- 1894-1898 W. Ramsay objevil **vzácné plyny**

1 I A	2 II A	3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 I B	12 II B	13 III A	14 IV A	15 V A	16 VI A	17 VII A	18 0
Vodík 1 H 1,00794(7)																	Helium 2 He 4,002602(2)
Lithium 3 Li 6,941(2)	Beryllium 4 Be 9,012182(3)											Bor 5 B 10,811(7)	Uhlík 6 C 12,0107(8)	Dusík 7 N 14,00644(7)	Kyslík 8 O 15,9994(3)	Fluor 9 F 18,9984032(5)	Neon 10 Ne 20,1797(6)
Sodík 11 Na 22,989770(2)	Hořčík 12 Mg 24,3046(8)											Hliník 13 Al 26,981538(2)	Křemík 14 Si 28,0855(3)	Fosfor 15 P 30,973761(2)	Síra 16 S 32,06(6)	Chlór 17 Cl 35,4527(8)	Argon 18 Ar 39,948(1)
Draslík 19 K 39,0983(1)	Vápník 20 Ca 40,078(4)	Skandium 21 Sc 44,955910(8)	Titan 22 Ti 47,867(1)	Vanad 23 V 50,9415(1)	Chrom 24 Cr 51,9961(6)	Mangan 25 Mn 54,938049(9)	Železo 26 Fe 55,845(2)	Kobalt 27 Co 58,933200(9)	Nikl 28 Ni 58,6934(2)	Měď 29 Cu 63,546(3)	Zinek 30 Zn 65,39(2)	Gallium 31 Ga 69,723(1)	Germanium 32 Ge 72,61(2)	Arzen 33 As 74,92160(2)	Selen 34 Se 78,96(3)	Brom 35 Br 79,904(1)	Krypton 36 Kr 83,80(1)
Rubidium 37 Rb 85,4678(3)	Stroncium 38 Sr 87,62(1)	Yttrium 39 Y 88,90586(2)	Zirkonium 40 Zr 91,224(2)	Niob 41 Nb 92,90638(2)	Molybden 42 Mo 95,94(1)	Technecium 43 Tc (98,9063)	Ruthenium 44 Ru 101,07(2)	Rhodium 45 Rh 102,90550(2)	Palladium 46 Pd 106,42(1)	Stříbro 47 Ag 107,8682(2)	Kadmium 48 Cd 112,411(8)	Indium 49 In 114,818(3)	Cín 50 Sn 118,710(7)	Antimon 51 Sb 121,760(1)	Tellur 52 Te 127,60(3)	Jod 53 I 126,90447(3)	Xenon 54 Xe 131,29(2)
Cesium 55 Cs 132,90545(2)	Baryum 56 Ba 137,327(7)	57-70 Lanthanoidy	Hafnium 72 Hf 178,49(2)	Tantal 73 Ta 180,9479(1)	Wolfram 74 W 183,84(1)	Rhenium 75 Re 186,207(1)	Osmium 76 Os 190,23(3)	Iridium 77 Ir 192,217(3)	Platina 78 Pt 195,078(2)	Zlato 79 Au 196,96656(2)	Rtuť 80 Hg 200,59(2)	Thallium 81 Tl 204,3833(2)	Olovo 82 Pb 207,2(1)	Bismut 83 Bi 208,98038(2)	Polonium 84 Po (209,9824)	Astat 85 At (209,9871)	Radon 86 Rn (222,0176)
Francium 87 Fr (223,0197)	Radium 88 Ra (226,0254)	89-102 Aktinoidy	Rutherfordium 104 Rf (261,110)	Dubnium 105 Db (262,1144)	Seaborgium 106 Sg (263,1186)	Bohrium 107 Bh (264,12)	Hassium 108 Hs (265,1306)	Melitnerium 109 Mt (268)	Ununnilium 110 Uun (269)	Unununium 111 Uuu (272)	Ununbium 112 Uub (277)						
Lanthanoidy:			Lanthan 57 La 138,9055(2)	Cer 58 Ce 140,116(1)	Praseodym 59 Pr 140,90765(2)	Neodym 60 Nd 144,24(3)	Promethium 61 Pm (144,9127)	Samarium 62 Sm 150,36(3)	Europium 63 Eu 151,964(1)	Gadolinium 64 Gd 157,25(3)	Terbium 65 Tb 158,92534(2)	Dysprosium 66 Dy 162,50(3)	Holmium 67 Ho 164,93032(2)	Erbium 68 Er 167,26(3)	Thulium 69 Tm 168,93421(2)	Ytterbium 70 Yb 173,04(3)	Lutecium 71 Lu 174,967(1)
Aktinoidy:			Aktinium 89 Ac (227,0277)	Thorium 90 Th 232,0381(1)	Protaktinium 91 Pa 231,03588(2)	Uran 92 U 238,02891(1)	Neptunium 93 Np (237,0482)	Plutonium 94 Pu (244,0642)	Amerikium 95 Am (243,0614)	Kurium 96 Cm (247,0703)	Berkelium 97 Bk (247,0703)	Kalifornium 98 Cf (251,0796)	Einsteinium 99 Es (252,0830)	Fermium 100 Fm (257,0951)	Mendelevium 101 Md (258,0984)	Nobelium 102 No (259,1011)	Lawrencium 103 Lr (262,110)

- nekovy
- alkalické kovy
- alkalické zemní kovy
- vzácné plyny
- halogeny
- metalloidy
- přechodné kovy
- jiné kovy
- vzácné zemní prvky

název prvku
protonové číslo
značka prvku
relativní atomová hmotnost

Atomy: atomové jádro, isotopy

- Některé prvky mají více druhů atomů (mají stejné protonové číslo, ale různé hmotnostní, tj. mohou mít různý počet neutronů)
- Z řečtiny *isos topos* = stejné místo (v tabulce)
- ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O , ^{14}N , ^{15}N , atd.

Radioaktivita

- Atomy některých prvků nejsou stálé, vyzařují ze svého jádra částice a tím se přeměňují v atomy jiných prvků

Empirická pravidla:

- lehké prvky jsou stabilní při poměru p/n 1:1
- těžší prvky jsou stabilní při poměru p/n 2:3

Radioaktivita

- Při přeměnách jader dochází k vyzařování tří hlavních druhů záření:

Označení	hmotnost (p)	náboj
• α - jádra helia	4	+2
• β - elektrony	1/1836	-1
• γ - záření	0	0

Radioaktivita

- Druh záření a bezpečnost práce:

Označení

ochrana

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| • α - jádra helia | 2 cm vzduchu, mikrotén |
| • β - elektrony | 5 mm plexisklo |
| • γ - záření* | olověné cihly, Ba/beton |

*(vždy záleží na energii)

1/2 všeho

Radioaktivita

N ... počet dosud nerozpadlých jader

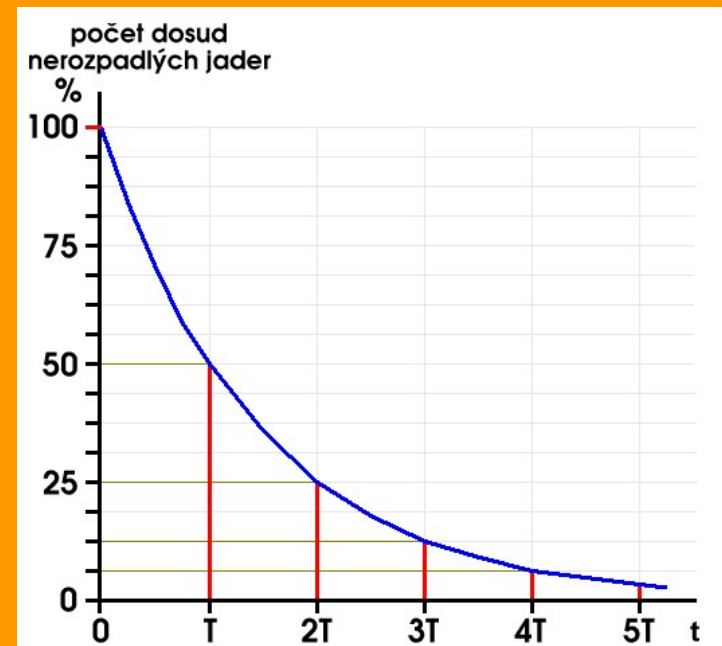
N_0 ... počet původních nerozpadlých jader

t ... čas

T ... poločas rozpadu

$$N = N_0 \cdot 2^{-t/T}$$

- Aktivita vzorku je dána rychlostí, s níž se jeho atomy přeměňují (aktivita klesá exponenciálně s časem).
- Poločas rozpadu je doba, za kterou se přemění polovina všech na počátku přítomných radioaktivních atomů.



http://www.walter-fendt.de/ph14cz/lawdecay_cz.htm

Radioaktivita – fyzikální jednotky

- **Becquerel** (zkratka Bq) je jednotka radioaktivity, definovaná jako aktivita množství radioaktivního materiálu ve kterém se jedno jádro rozkládá za sekundu (rozměr je s^{-1}).
- Starší jednotka radioaktivity byla **Curie** (Ci).
 $1 \text{ Bq} = 2.7 \times 10^{-11} \text{ Ci}$.



Radioaktivita

- Příklady poločasů rozpadu:

• ^{14}C	5730 let	beta
• ^{60}Co	5,26 let	beta, gama
• ^{40}K	$1,26 \cdot 10^9$ let	beta
• ^{238}U	$4,51 \cdot 10^9$ roků	rozpadové řady
• ^{18}F	110 min	(gama, detekce nádorů)
• ^{99}Tc	6 hodin	(gama, scintigrafie ledvin, jater, plic, srdce, mozku a dalších orgánů, jakož i v nádorové diagnostice)

Radioaktivita

Zákon rozpadu (přeměny):

$$N_{(t)} = N_{(0)} \cdot 2^{-t/T}$$

N = počet částic

t = aktuální čas

T = poločas rozpadu

Radioaktivita

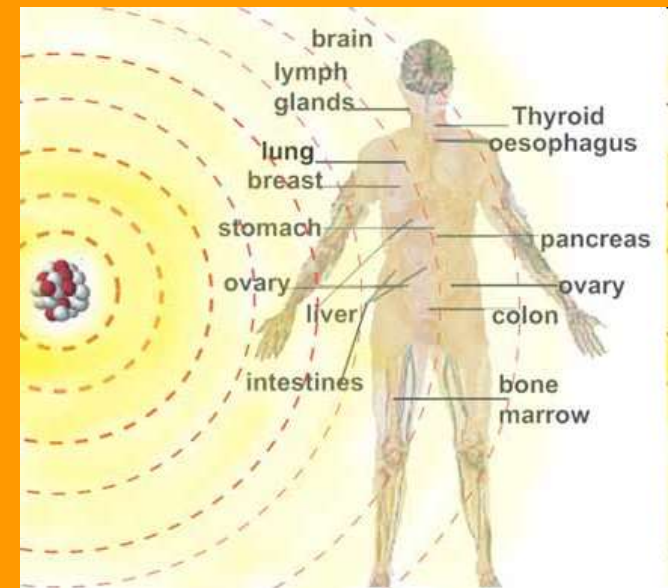
- Nejběžnější isotopy v biologické laboratoři:

• ^{14}C	5730 let	beta
• ^3H	12,26 let	beta
• ^{32}P	14,3 dne	beta
• ^{35}S	87,1 dne	beta
• ^{131}I	8,14 dne	beta, gama

Radioaktivita – jednotky biologického účinku

- **Absorbovaná dávka** (zkráceně jen "dávka") D je energie ionizujícího záření absorbovaná v daném místě ozařované látky na jednotku hmotnosti.
- Jednotkou absorbované dávky je 1 J / kg , která se nazývá 1 **Gray** (dílčí jednotky pak $1 \text{ mGy} = 10^{-3} \text{ Gy}$ a $1 \mu\text{Gy} = 10^{-6} \text{ Gy}$).

Louis Harold Gray,
britský lékař - radiolog
10.11.1905 – 9.7.1965



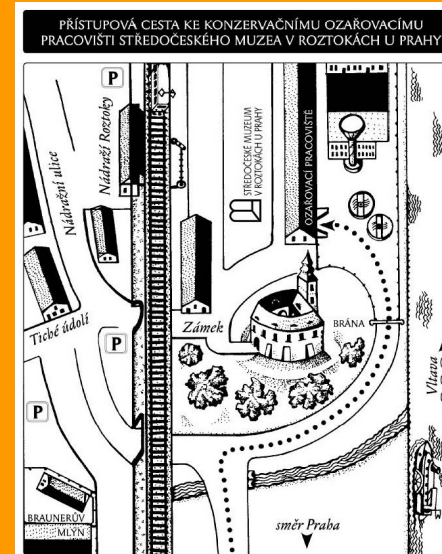


KONZERVAČNÍ OZAŘOVACÍ PRACOVISTĚ
VE STŘEDOČESKÉM MUZEU
V ROZTOKÁCH U PRAHY
PRÍSEKOVÁ ORGANIZACE

Zámek 1, 252 83 Roztoky u Prahy
tel.: 233 029 040, 233 029 011
e-mail: ozarovna@muzeum-roztoky.cz
www.muzeum-roztoky.cz



Středočeský kraj



Tónování skla min. D=1,5 kGy	Tabulové sklo Masivní plastiky	1 dm ² - 4,2 Kč 1 dm ³ - 37 Kč	1 dm ² - 5,1 Kč 1 dm ³ - 44,8 Kč	5000 - 1250 Kč	
Hubení plísní a hub defungizační dávka D= 18 kGy	Malé předměty Rozměrné předměty	1 dm ³ - 35 Kč cena se stanoví podle doby ozařování	1 dm ³ - 42,4 Kč cena se stanoví podle doby ozařování	Upozornění: podobná dávka nenávratně narušuje strukturu papíru, textilu a usní.	Dřevomorka je na zařízení resistantní
Vzorky – manipulační cena za 1ks	Vzorky / výzkum	1 ks - 413 Kč	1 ks – 500 Kč		manipulační cena za 1ks
Sterilizace D= 27 kGy	Biologický materiál, technické pomůcky	1 dm ³ - 80 Kč	1 dm ³ - 96,8 Kč		

Ceník radiačního ošetření
platný od 01.04.2019

e-mail: ozarovna@muzeum-roztoky.cz

www.muzeum-roztoky.cz

Radioaktivita – jednotky biologického účinku

- **Dávkový ekvivalent** (ekvivalentní dávka) v uvažované tkáni je dána součinem absorbované dávky D v daném místě a jakostního faktoru Q :
 $H = Q \cdot D$
- Jednotkou dávkového ekvivalentu je 1 **Sievert** [Sv]. Dávka 1 Sv jakéhokoli záření má stejné biologické účinky jako dávka 1 Gy rentgenového nebo gama záření (pro které je jakostní faktor stanoven 1).



Kiev / Černobyl 2013



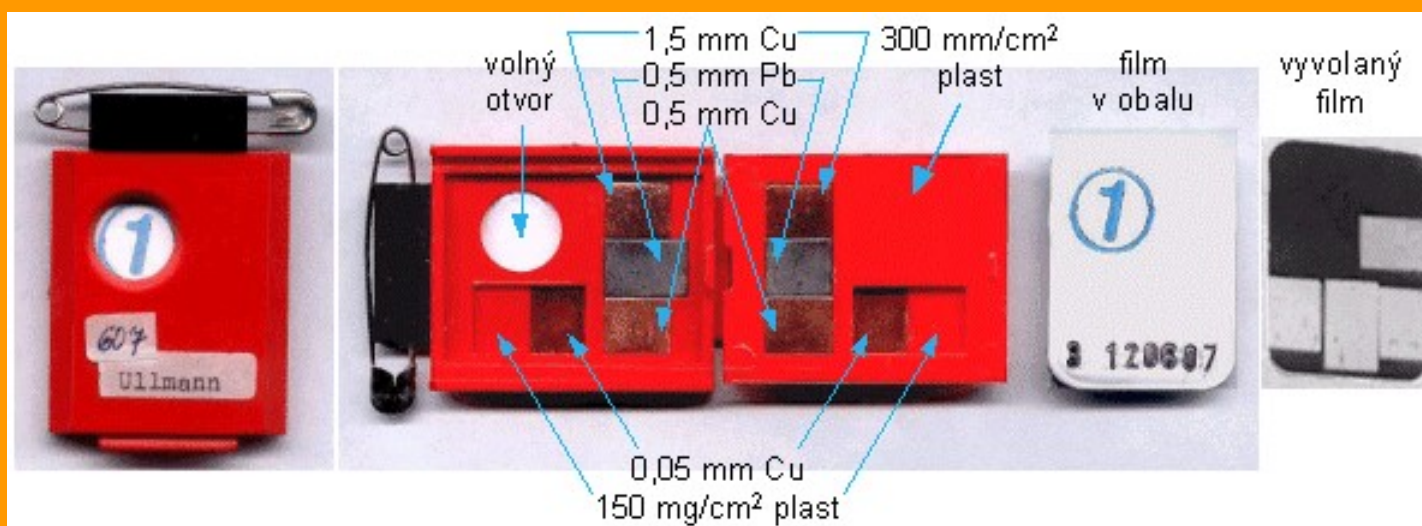
Kiev / Černobyl 2013



Kiev / Černobyl 2013

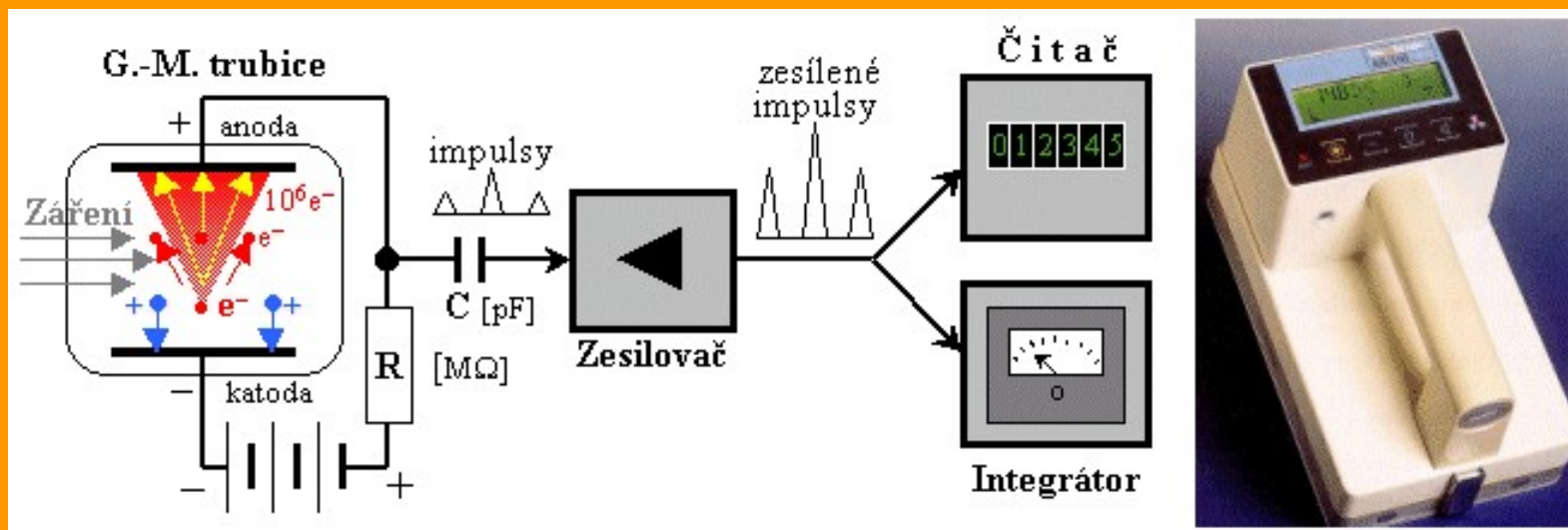


Radioaktivita – dozimetry



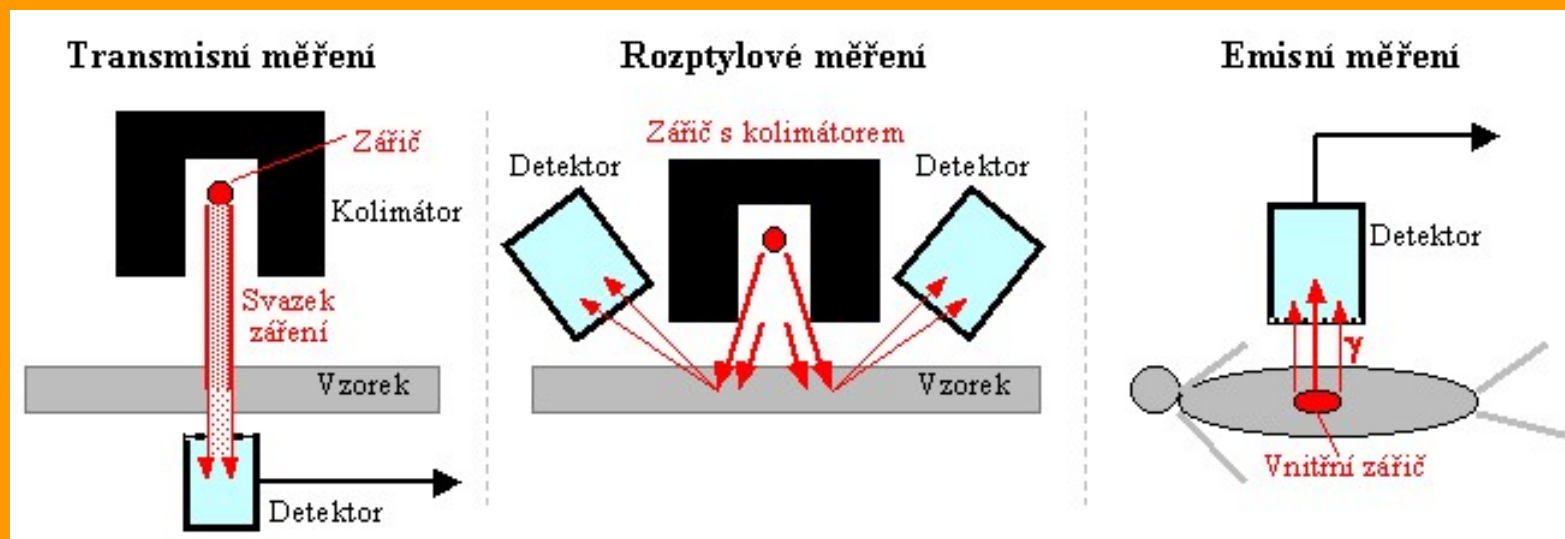
Osobní dozimetry, založené na expozici filmu

Radioaktivita – dozimetry



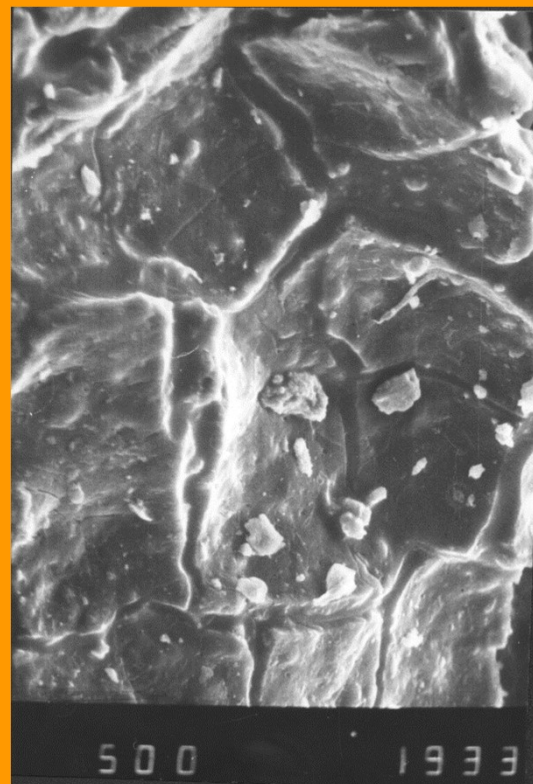
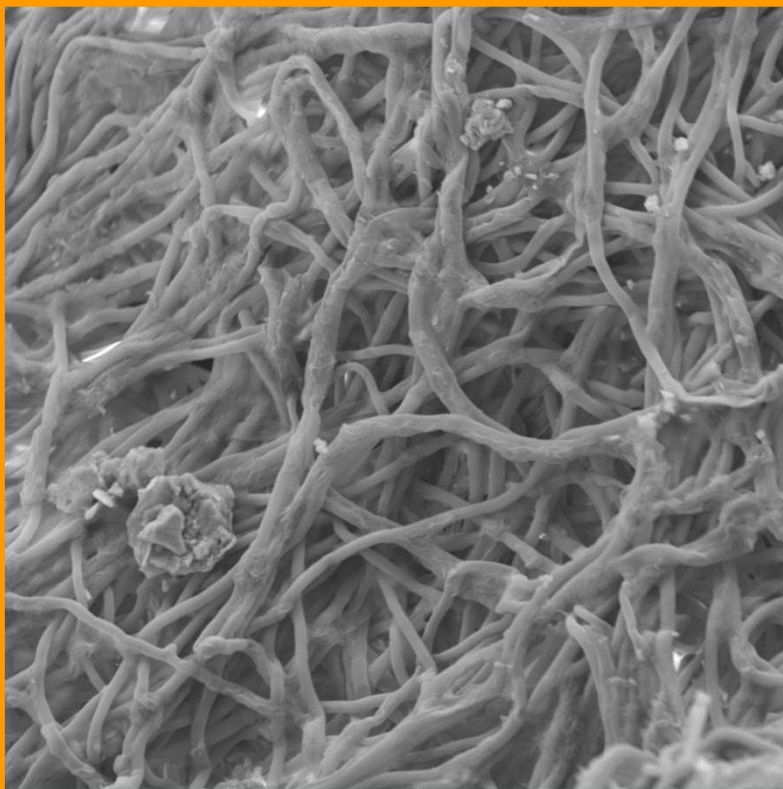
Geiger-Müllerovy dozimetry, založené na ionizaci plynu

Radioaktivita – aplikace v biologii



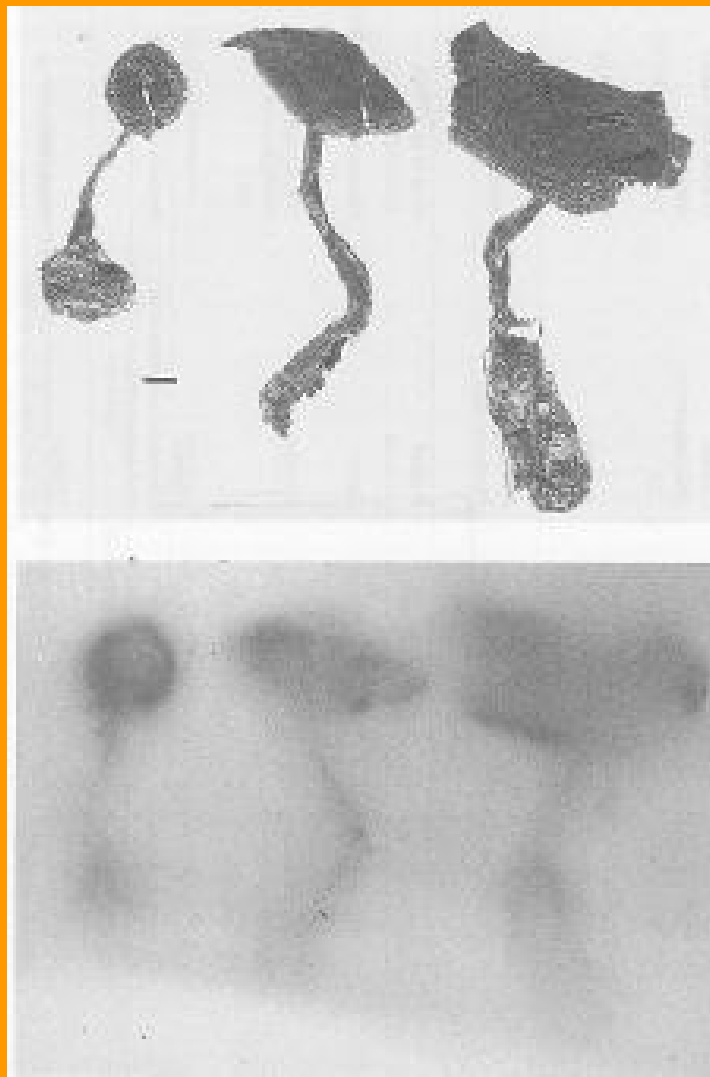
Detekce značených molekul (emisní měření)
Sterilizace materiálu (60-kobalt)

Biologická vsuvka: bioakumulace prvků (isotopů) v přírodě



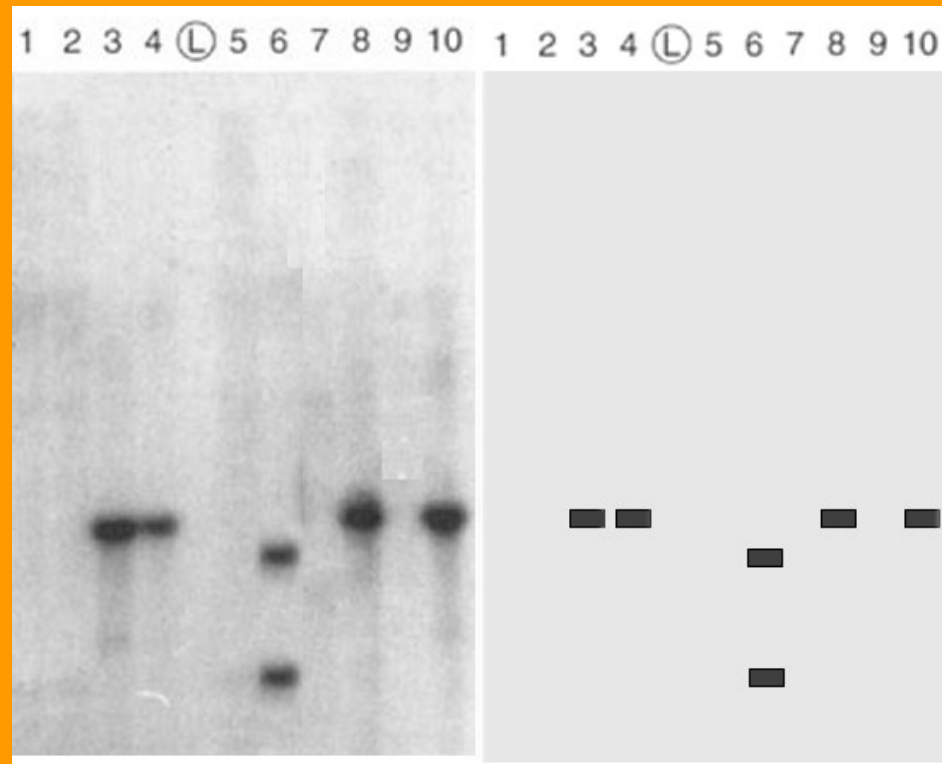
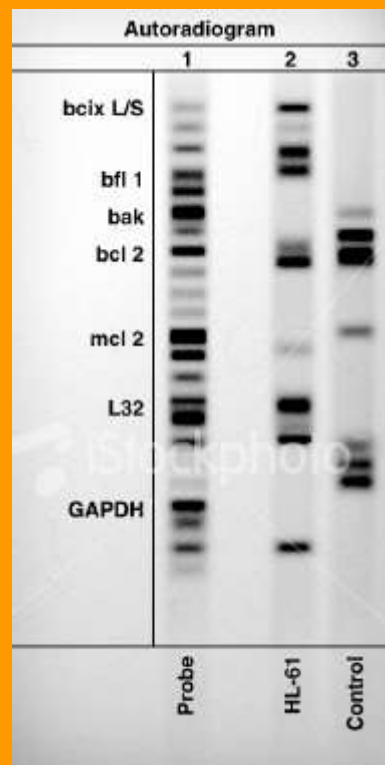
Povrch plodnice houby klanolístky obecné (vlevo) a troudnatce pásovaného (vpravo) s částicemi atmosférické depozice.

Biologická vsuvka: bioakumulace prvků (isotopů) v přírodě



Plodnice pavučince (*Cortinarius* sp.), sbírané ve Finsku r. 1987 (rok po Černobylské havárii).
Fotografie zobrazují plodnice hub – nahoře a jejich autoradiogramy – dole).

Biologická vsuvka: autoradiogramy v elektroforéze



Radioaktivita – předpisy pro praxi

Státní úřad pro jadernou bezpečnost v Praze (SÚJB)

- S radioaktivním materiálem mohou pracovat pouze odborně proškolené osoby
- Práci řídí osoby s atestem SÚJB
- Evidence pohybu radioizotopů (příjem – užití – odpad)
- Evidence pravidelného proměřování pracoviště
- Evidence pracovníků a jejich zdravotních prohlídek

Atomy: elektronový obal

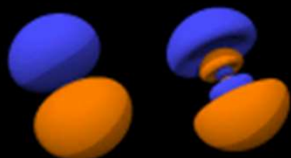
- Elektron má hmotnost 1836x menší než proton
- V obalu atomu může existovat jen v určitých oblastech (orbitech)
- V jednom orbitu může být 1, max. 2 elektrony, lišící se spinem
- **Podle tvaru se atomové orbity označují s (koule, 2e), p (činky, 6e), d (čtyřlístek, 10e), f (komplexní, 14e)**
- Orbity tvoří vrstvy, neboli sféry (K L M N O P)
- Počet vrstev v elektronovém obalu se shoduje s číslem periody v periodické tabulce

Typy orbitalů :

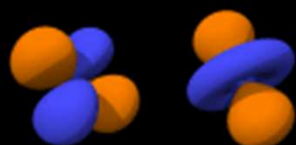
s



p



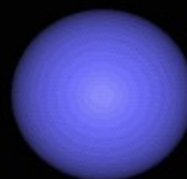
d



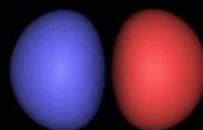
f



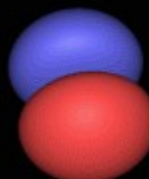
s



p_x



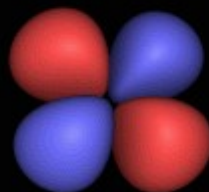
p_y



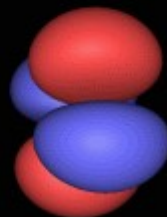
p_z



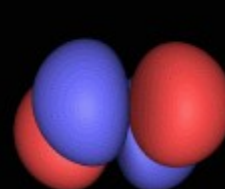
d_{xy}



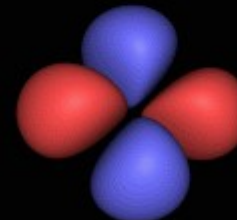
d_{xz}



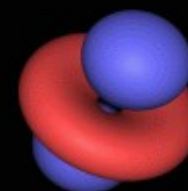
d_{yz}



$d_{x^2-y^2}$



d_{z^2}



Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky

Proč mají orbity zrovna tvary koule, činky...?

Po krátkém připomenutí pár základních vztahů z klasické newtonovské fyziky (energie a hybnost) se lehce přesuneme do mikrosvěta, k „vlnové funkci systému“ a ke „zlatému hřebu“ aplikace kvantové mechaniky v chemii:

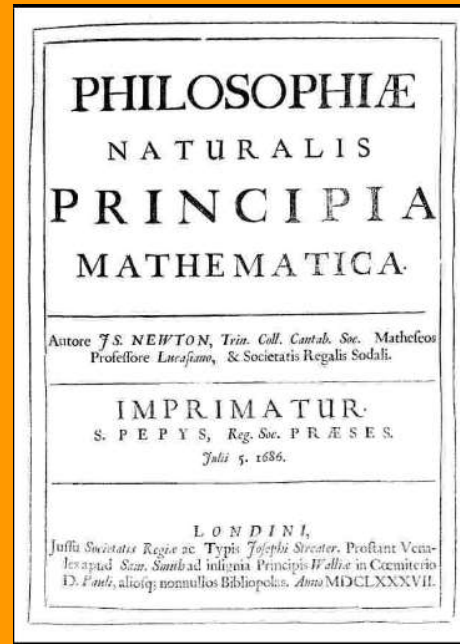
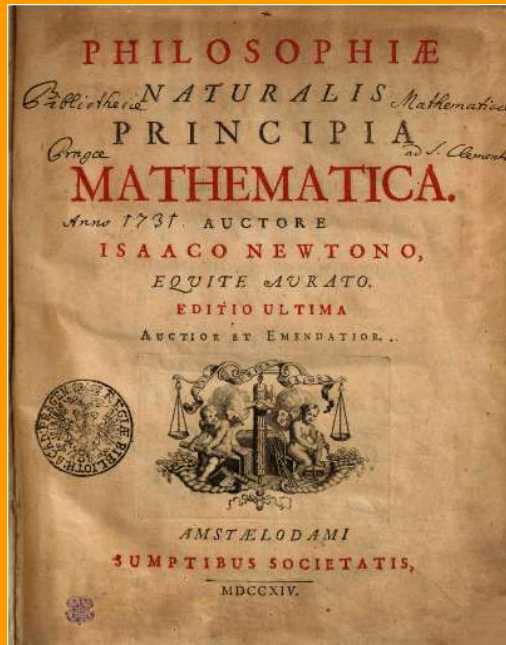
Schrödingerově rovnici

Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky

- Proč „vlnová“ mechanika?

De Broglie (1924) zjistil, že paprsek elektronů se na mřížce ohýbá, tj. má nejen vlastnosti hmotných částic, ale i záření („vln“).

Dosud platilo: p (hybnost částice) = $m \cdot v$



V mikrosvětě přestávají
platit zákony newtonovské
(klasické) fyziky

Přechod k popisu jevů v
mikrosvětě umožňuje tzv.
limitní přechod

Arithmetica universalis isaaci newtoni sive de compositione et
resolutione arithmetica perpetuis commentariis illustrata et aucta /
In arithmetica universalem isaaci newtoni commentaria.
Liber i. Giuseppe Marelli, 1752 Mediolani

Philosophiae naturalis principia mathematica. /Auctore Isaaco
Newtono, equite aurato (1714, Compagnie Amstaelodani)

Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky

- De Broglie odvodil, že pro hybnost elektronového paprsku platí vztah:

$$p = h / \lambda$$

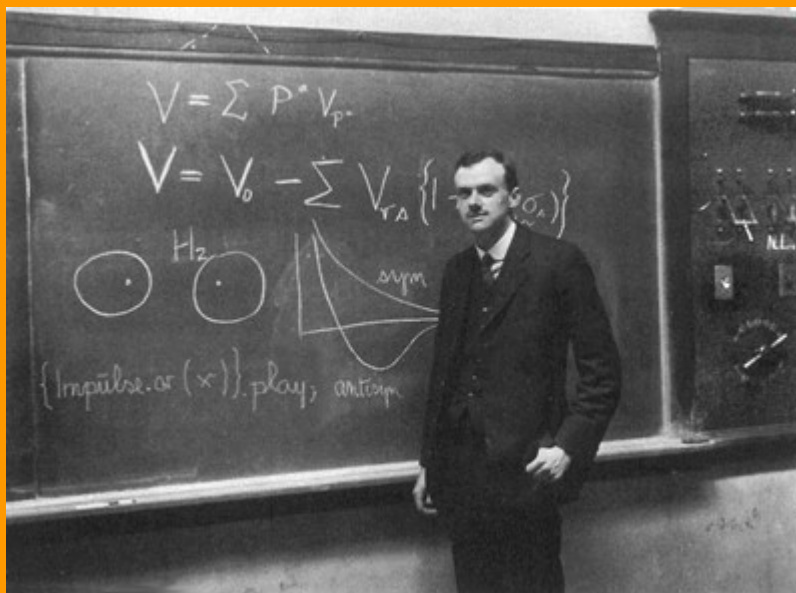
kde λ je vlnová délka ($1/\lambda = \nu$, vlnočet)
 h je tzv. Planckova konstanta



Luis de Broglie

Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky

$$\hbar = h / 2\pi \quad \dots 1.024 \cdot 10^{-34} \text{ J.s (zavedl P. Dirac)}$$



Paul Adrien Maurice Dirac
(8. srpna 1902 – 20. října 1984)
byl britský teoretický fyzik,
který se zabýval kvantovou
teorií, obecnou teorií relativity
a kosmologií. Za svoji základní
práci v kvantové fyzice získal
v roce 1933 společně s Erwinem
Schrödingerem Nobelovu cenu.

Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky

- Základní myšlenka vlnové mechaniky:
- U malých těles (e) nelze říci, kde se nalézá a zároveň, kterým směrem se bude v daném okamžiku pohybovat:
- 1927 Heisenbergův princip neurčitosti:

$$\Delta p_x \cdot \Delta x \approx \hbar$$

Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky

- Základní myšlenka vlnové mechaniky:
- Můžeme pouze určit relativní pravděpodobnost P , že v určitém čase bude částice (e) v daném místě a bude mít danou hybnost

$$P = \Psi \cdot \Psi^*$$

Kde Ψ je „vlnová funkce“ a Ψ^* je funkce komplexně sdružená

Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky

Schrödingerova rovnice:

Určitý způsob vyjádření
celkové energie systému = číselná hodnota energie

$$\mathbf{H} \Psi = E \Psi$$



Sir William Rowan Hamilton

v klasické mechanice:

$H = T + V$ (součet kinetické a potenciální energie)

Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky

v klasické mechanice:

$$H = T + V \text{ (součet kinetické a potenciální energie)}$$

$$T = \frac{1}{2} mv^2 = p^2/2m \text{ (po dosazení vzorečku pro hybnost)}$$

$$V = - e^2/r \text{ (uvažuje se pouze elektrostatická interakce)}$$

$$H = p^2/2m - e^2/r$$

„vlnová funkce“ klasické mechaniky („Hamiltonián“)

Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky

Limitní přechod a hybnost:
klasická mechanika $\leftrightarrow$ vlnová mechanika

hybnost p nahradíme operátorem hybnosti

$$\hat{p} = -i\hbar \nabla$$

kde „nabla“ $\nabla = (\partial/\partial x + \partial/\partial y + \partial/\partial z)$

je operátor derivace funkce podle souřadnic

Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky

Po dosazení dostaneme pro vodíkový atom
Schrödingerovu rovnici ve tvaru:

$$\left[\left(-\frac{\hbar^2}{2m} \right) \Delta - \frac{e^2}{r} \right] \Psi = E \Psi$$

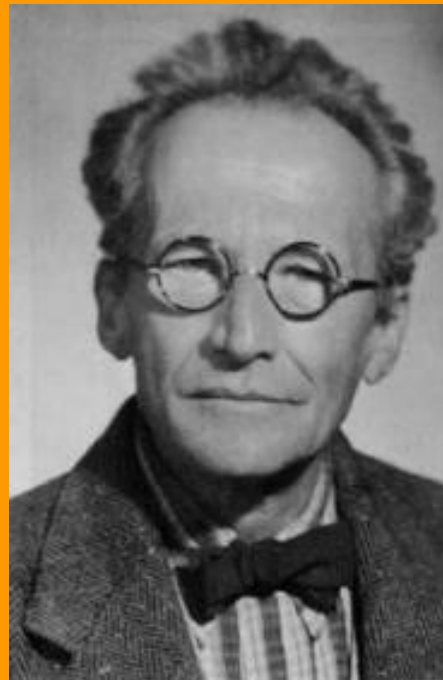
kde „lapla“ $\Delta = \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right)$
je operátor druhé derivace funkce podle souřadnic
(Laplaceův operátor)

Řešení této rovnice dává matematické funkce,
popisující tvary atomových orbitů

Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky otcové (matky) zakladatelé (-ky):



Werner Karl Heisenberg
(1901-1976)



Erwin Schrödinger
(1887-1961)



Max Planck
(1858-1947)

Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky otcové (matky) zakladatelé (-ky):



Emma Noetherová
(1882-1935)

Z invariance (neměnnosti) přírodních dějů vůči
libovolnému
posunutí:

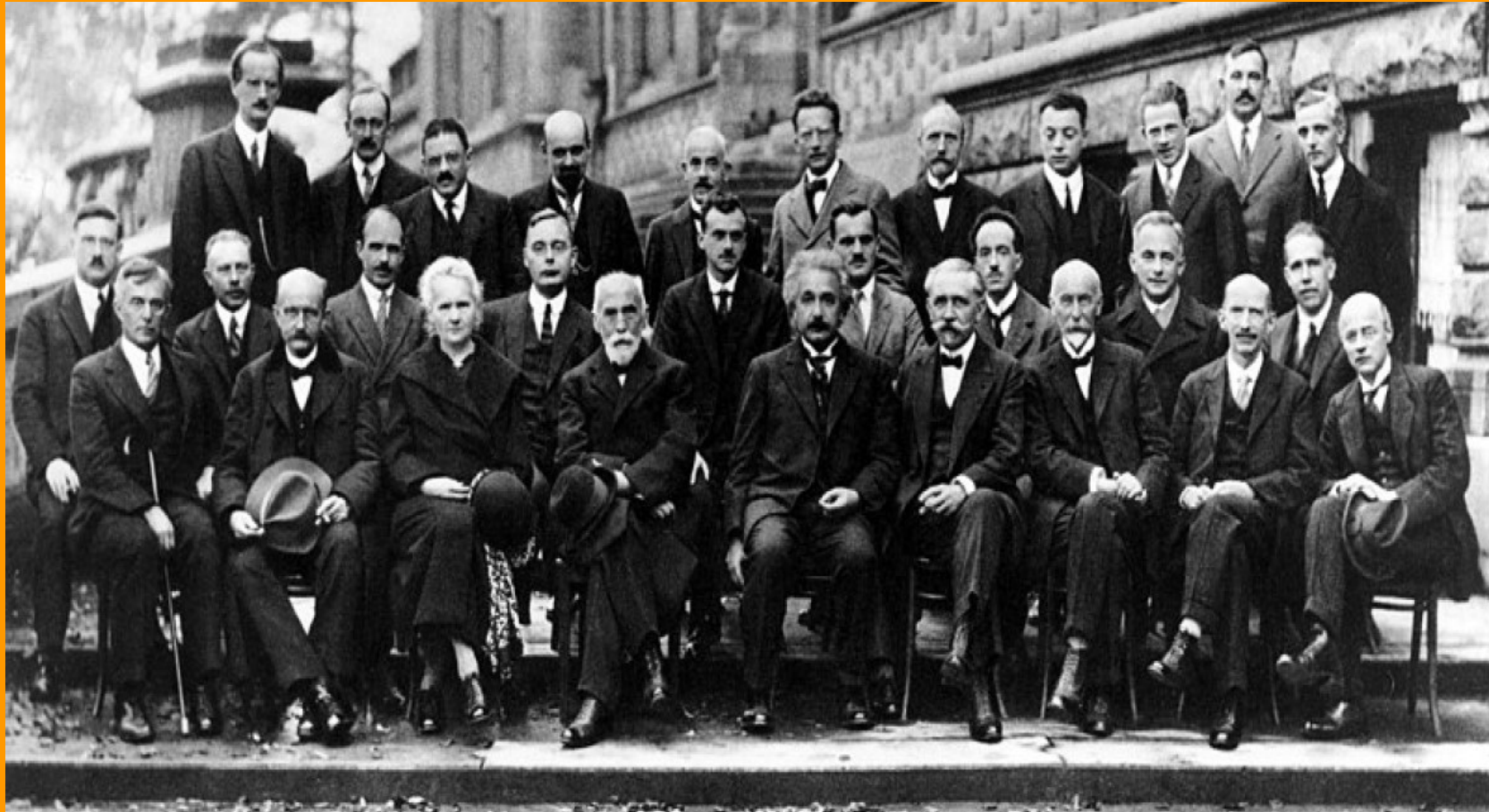
V prostoru $\Rightarrow$ zákon zachování hybnosti

V čase $\Rightarrow$ zákon zachování energie

pootočení

V prostoru $\Rightarrow$ zákon zachování momentu
hybnosti

„Je-li daný fyzikální systém symetrický vzhledem k nějaké
Lieově grupě o n spojitých parametrech, pak tento systém
vykazuje zachování n nezávislých fyzikálních veličin“



The **Solvay Conferences** (French: *Conseils Solvay*) have been devoted to outstanding preeminent open problems in both physics and chemistry. They began with the historic invitation-only 1911 Solvay Conference on Physics, considered a turning point in the world of physics, and continued to the present day. [wikipedia] - Fifth conference participants, 1927. Institut International de Physique Solvay in Leopold Park.

A. Piccard, E. Henriot, P. Ehrenfest, E. Herzen, Th. De Donder, E. Schrödinger, J.E. Verschaffelt, W. Pauli, W. Heisenberg, R.H. Fowler, L. Brillouin; P. Debye, M. Knudsen, W.L. Bragg, H.A. Kramers, P.A.M. Dirac, A.H. Compton, L. de Broglie, M. Born, N. Bohr; I. Langmuir, M. Planck, M. Curie, H.A. Lorentz, A. Einstein, P. Langevin, Ch. E. Guye, C.T.R. Wilson, O.W. Richardson (shora zleva doprava a pak dolů zase zleva doprava vždy až po středník)

Shrnutí v 10 bodech:

- 1/ atom není nejmenší částice hmoty, ale má svoji vlastní vnitřní strukturu
- 2/ atomy se mohou spontánně či po interakci s jiným atomy přeměňovat (zákon radioaktivního rozpadu)
- 3/ důležité jednotky radioaktivity jsou Bq, Ci, Gray
- 4/ 1 mol kteréhokoliv prvku obsahuje vždy stejný počet atomů $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ Avogadrova konstanta
- 5/ 1 mol plynu má objem 22,4 l (molární objem)
- 6/ Schrödingerova rovnice popisuje chování kvantových systémů
- 7/ Heisenbergův princip neurčitosti (dráha a rychlost nelze zjistit současně se stejnou přesností)
- 8/ galium má bod tání asi 30°C
- 9/ význam Mendělejeva je hlavně v tom, že předpověděl vlastnosti dosud neobjevených prvků
- 10/ Paracelsus je pohřbený v Solnohrádu

Tento materiál je určen pouze pro výuku studentů.

This presentation has been scheduled for educational purposes only.

Pokud má někdo dojem, že použité obrázky (jiné než moje vlastní) jsou kryty copyrightem, necht' mi dá vědět.

If somebody believes, that pictures or figures in this presentation are covered by copyright, please let me know.

Jiří Gabriel (gabriel@biomed.cas.cz)