

Repetitorium chemie I.

(2024)

Repetitorium chemie I.

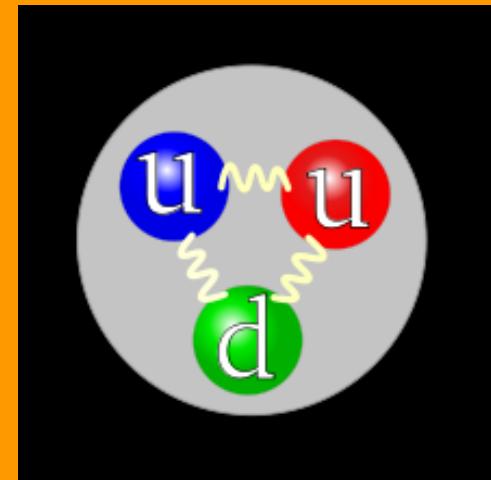
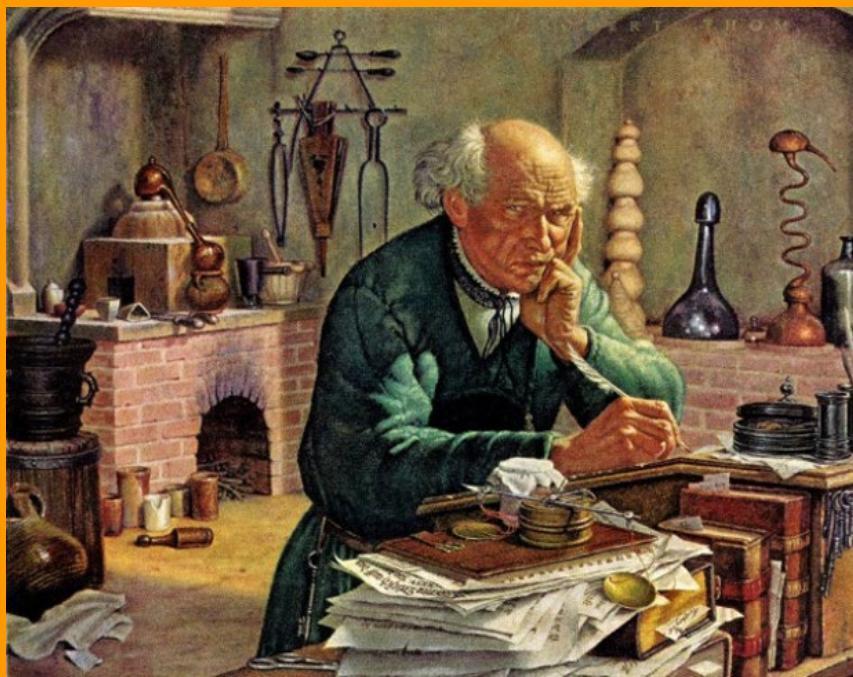
(2024)

MMXXIIII



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

Repetitorium chemie I.



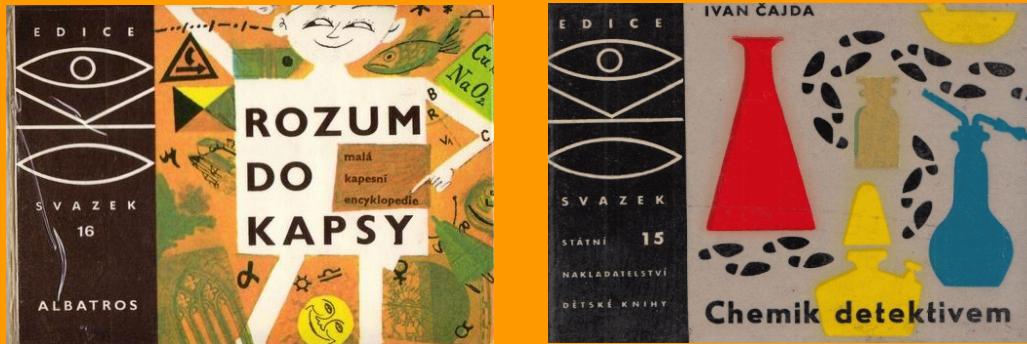
$$-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi(\mathbf{r}) + V(\mathbf{r})\psi(\mathbf{r}) = E \psi(\mathbf{r})$$

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 Hemetico
Laudanorum.

Repetitorium chemie

Level (-1)



Level (0)

Libovolná středoškolská učebnice chemie

Level (1)

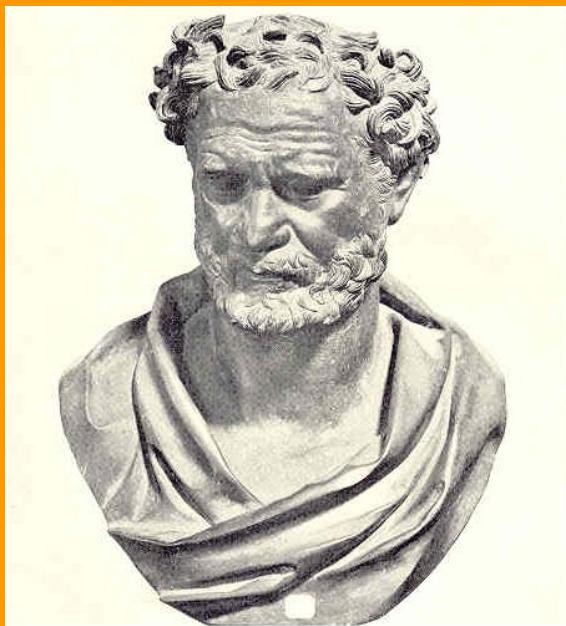
<http://www.biomed.cas.cz/mbu/gabriel/kursy.htm>

Level (2)

Libovolná vysokoškolská učebnice chemie
Ověřené internetové zdroje

Historické ohlédnutí: „nejmenší částečky 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 prázdná, 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

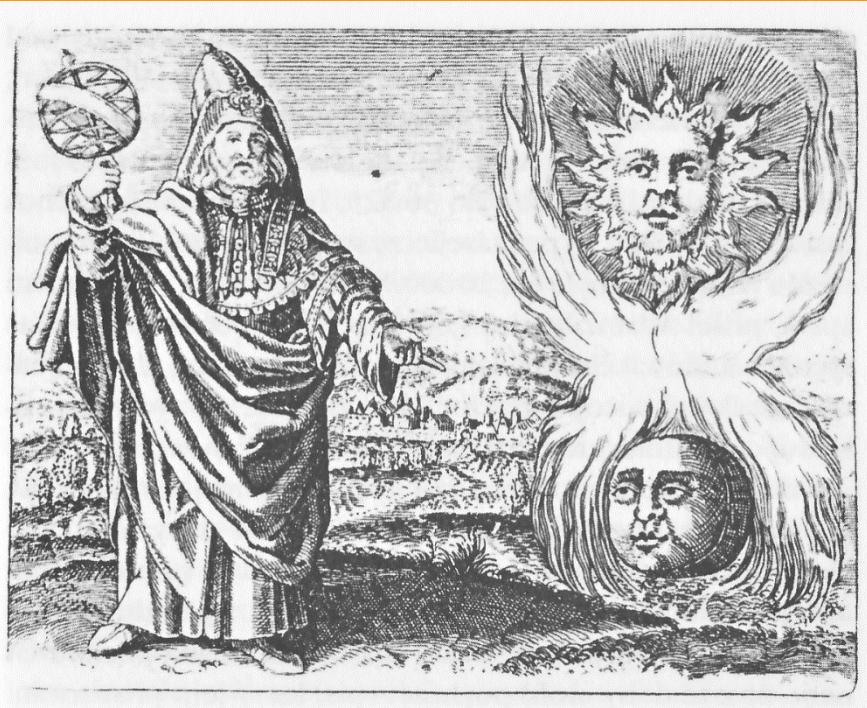
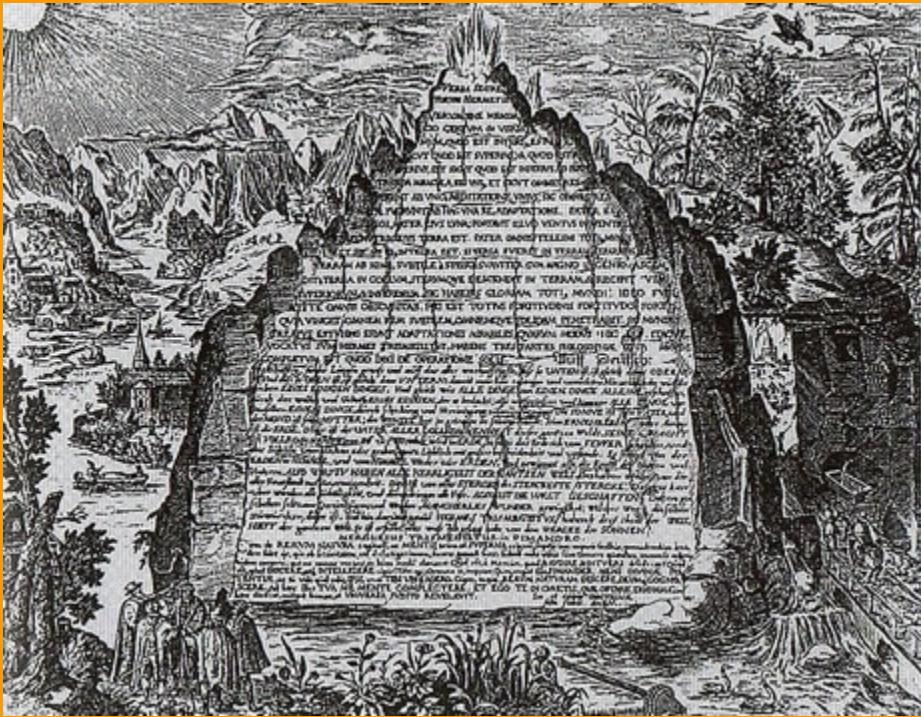
racionální alchymie

paracelsovská
alchymie

poznatky o chemických
látkách

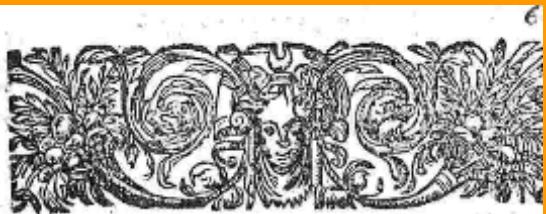
technická chemie

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*



LE LIVRE DES SECRETS D'ALQVIMIE
COMPOSÉ PAR CALID FILS DE
JAZIC IVIF, TRANSLATÉ
d'Hebreu en Arabic, & d'Arabic
en Latin, & de Latin en
François.

Preface sur la difficulté de l'Ait.



Races soyent rendus à Dieu
createur de toutes choses, qui,
nous a conduict, cultué, &
enseigné, & donné science
& entendement. Et sans le-
quel conducteur, servions co-
me errans, & vagabons, &
n'aurions des choses de ce monde aucune cognos-
fance. Et s'il ne nous enseignoit lui qui est le com-
mencement, & la science de toutes choses par sa
puissance & bonté sur son peuple, lequel aussi ar-
dressé & donne erudition & saperience à ceux qui il
veut & reduict par sa misericorde à la voie de
justice. Il a envoié ses messagers aux tenebres.
d iiiij



LA TABLE D'ESME-
RAUDE D'HERMES
TRIMEGISTE, PÈRE
DES PHILOSOPHES.
apôtre Xpucieas.

ES PAROLLES DES
secrets d'Hermes, qui estoient es-
crites en table d'Esmeraude, la-
quelle fut trouvée entre ses mains,
en vne fosse obscure, où son corps
fut trouvé, qui y auoit été enterré. Il est vray
sans mensonge, certain, & tres-veri-
table, que ce qui est en bas, est com-
me ce qui est en haut, & ce qui est en
haut est comme ce qui est en bas, pour
perpetrer les miracles d'une chose.
Et comme toutes les choses ont été,
& venues d'un, par la meditation

c iiij

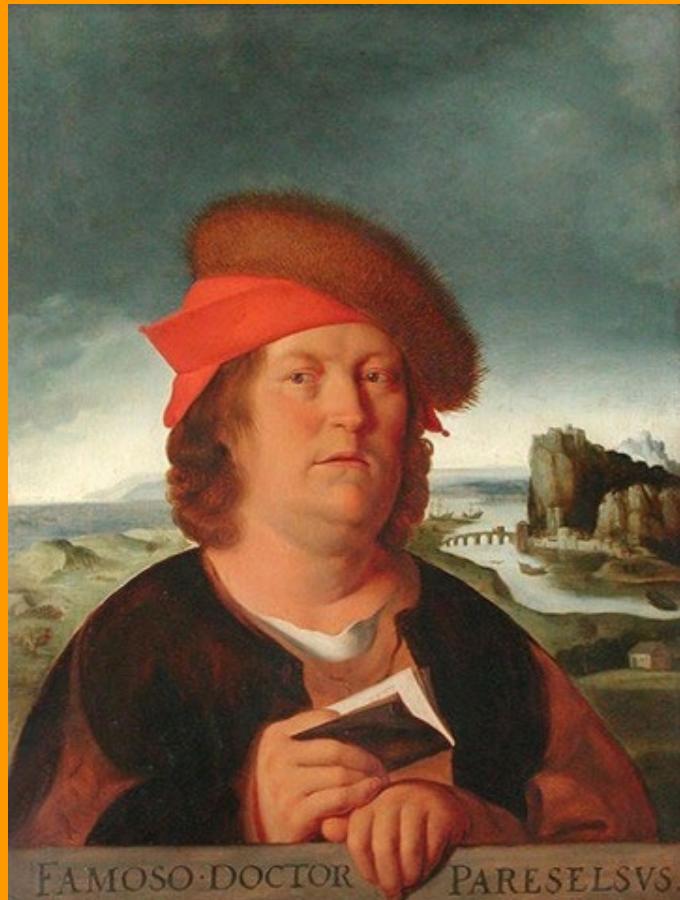


Tajemství Herma Trismegista
Florian Ebeling Dějiny hermetismu

Le miroir d'alquimie de lean de Mehun ...
traduit de Latin en François. ... sur la Table d'esmeraude
d'Hermes Trismegiste.
By Jean de Meung, vydáno 1613 A Paris

2009 Malvern

Historické ohlédnutí: „nejmenší částečky 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

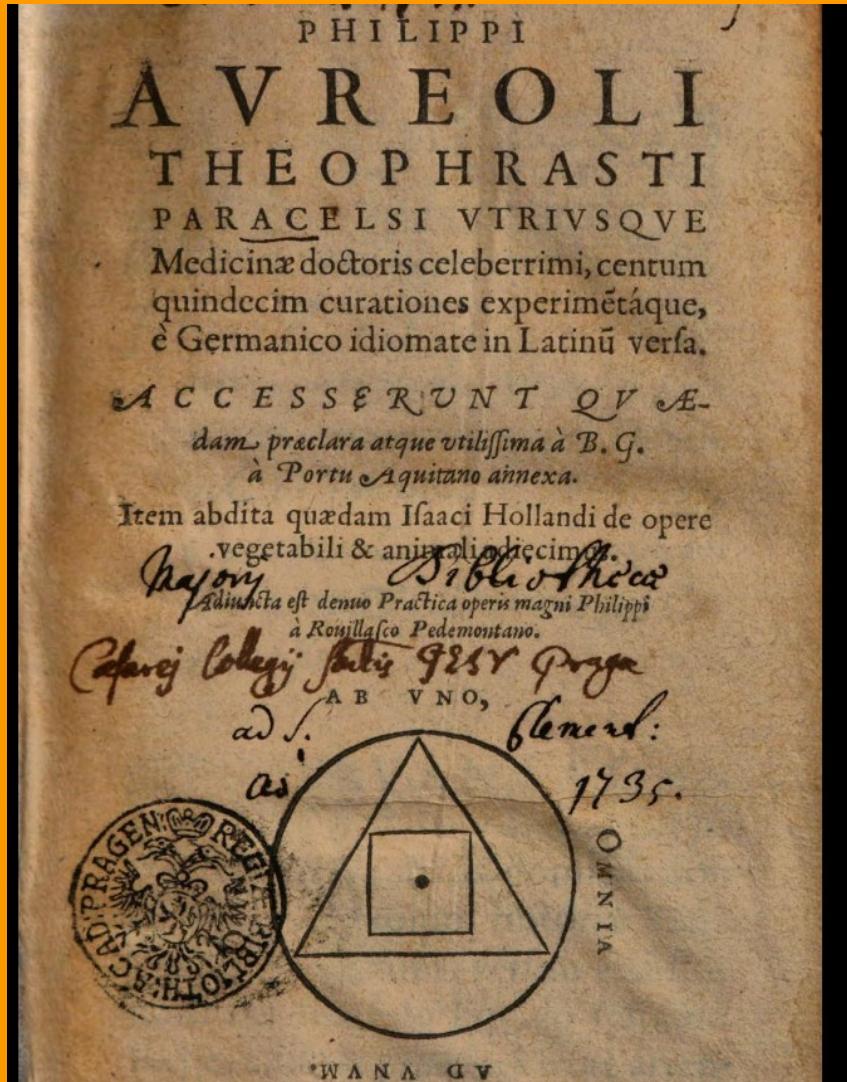
Archidoxis

Liber Paragranum

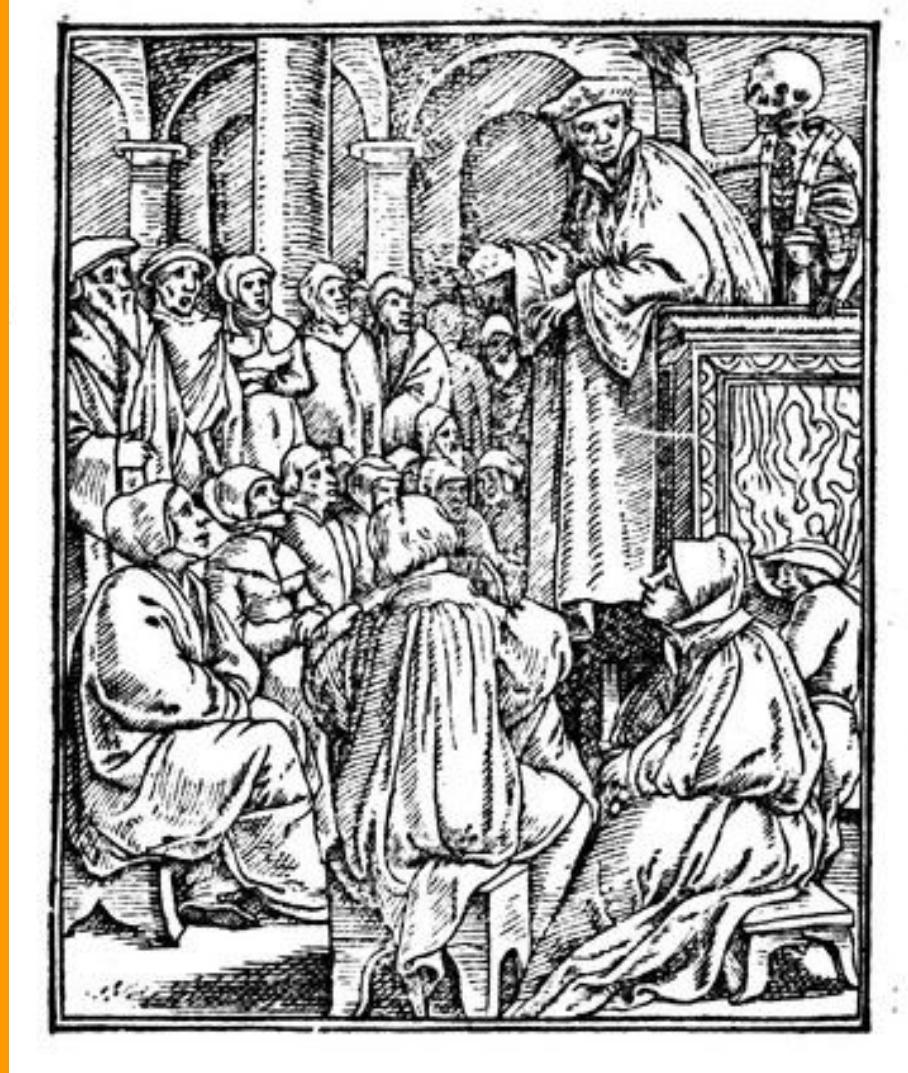
Knihy o otravách horníků

Philosophia sagax (Astronomia Magna)

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



Philippi Avreoli Theophrasti Paracelsi
1582 Jan Lertout, Lyon



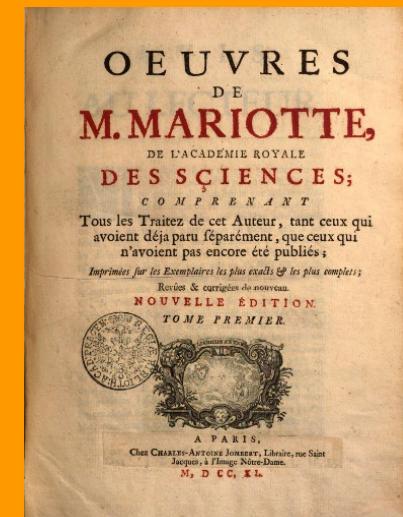
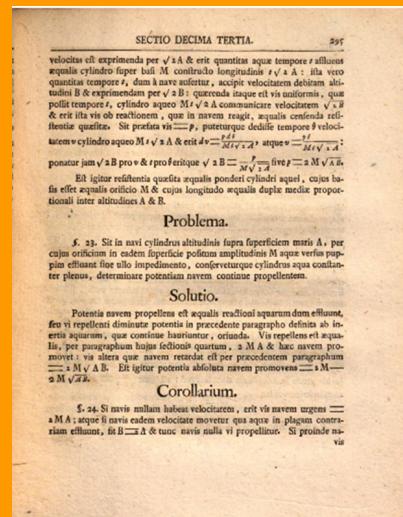
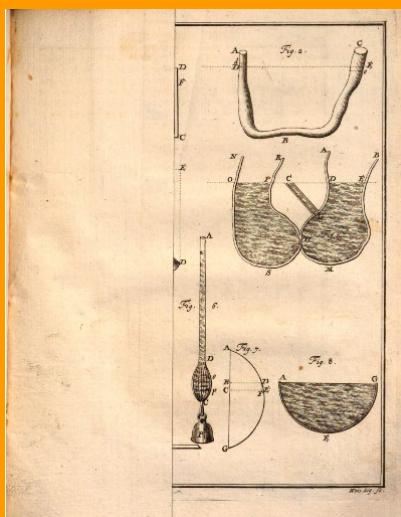
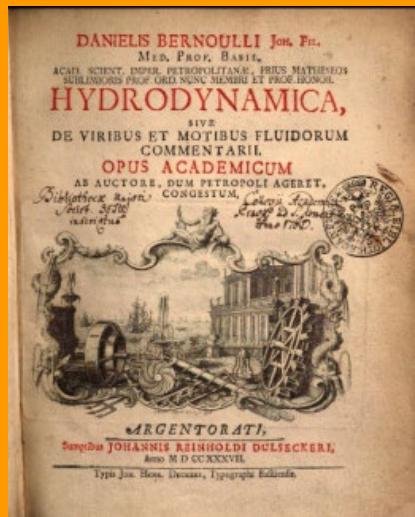
Imagine Mortis: Paracelus, sv. Cyprián,
sv. Jan Zlatouštý, A. Birckmann, Kolín 1555



Hřbitov v Solnohrádu – současné bydliště Paracelsovo

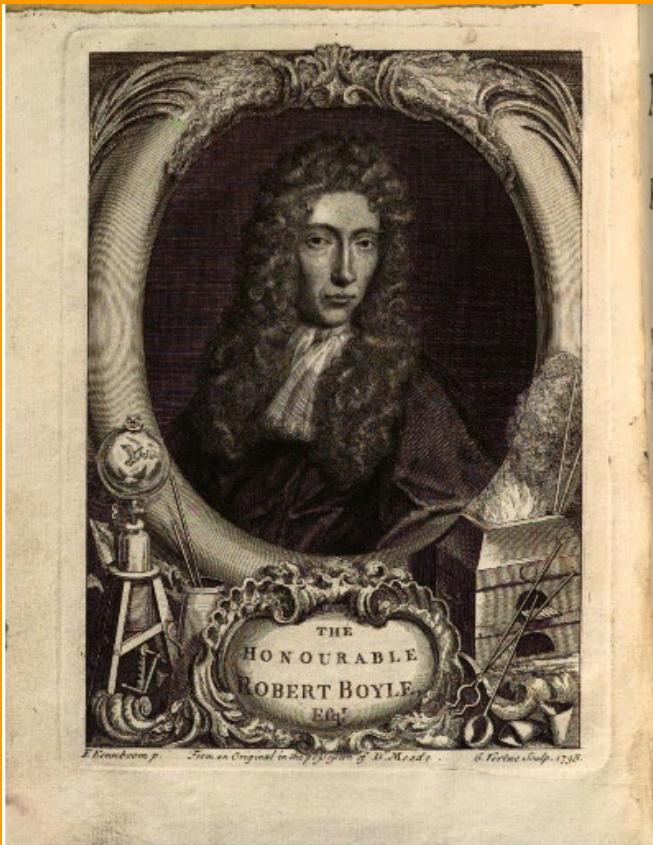
Historické ohlédnutí: „nejmenší částečky hmoty“

- 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, Johanes Deckeri, Basilej)

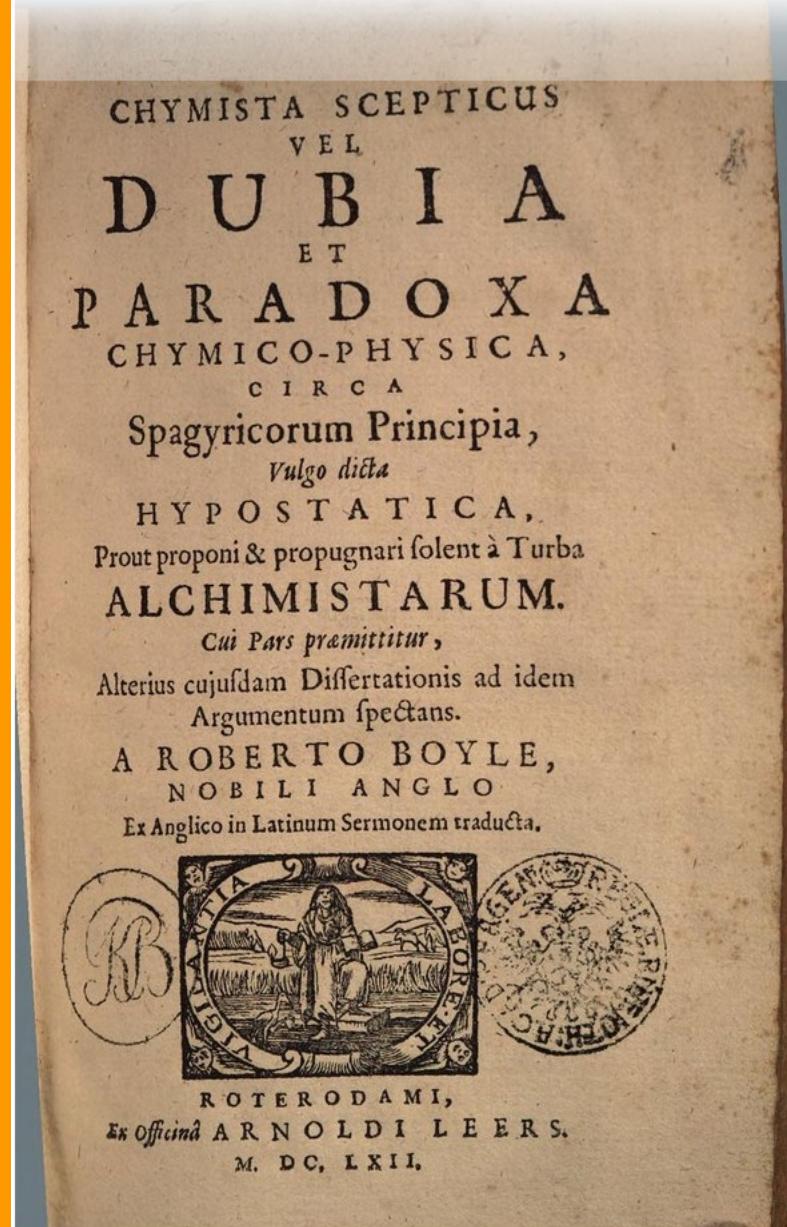
Oeuvres de M. Mariotte (1711, Charles-Antoine Jombert, Paris)



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

TRAITE
DU
MOUVEMENT
DES EAUX
ET
DES AUTRES CORPS FLUIDES.
DIVISE EN V. PARTIES.

Par l'abbé M. MARIOTTE, de l'Academie
Royale des Sciences.

Mis en lumiere par les soins de M. DE LA
HIRE, Lecteur & Professeur du Roy
pour les Mathematiques, & de l'Acade-
mie Royale des Sciences.



A PARIS
ETIENNE MICHALETT,
Jacques, à l'Image S. Paul.

M. D C. LXXXVI.

AVEC PERMISSION

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 = konst.

Historické ohlédnutí: „nejmenší částečky 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

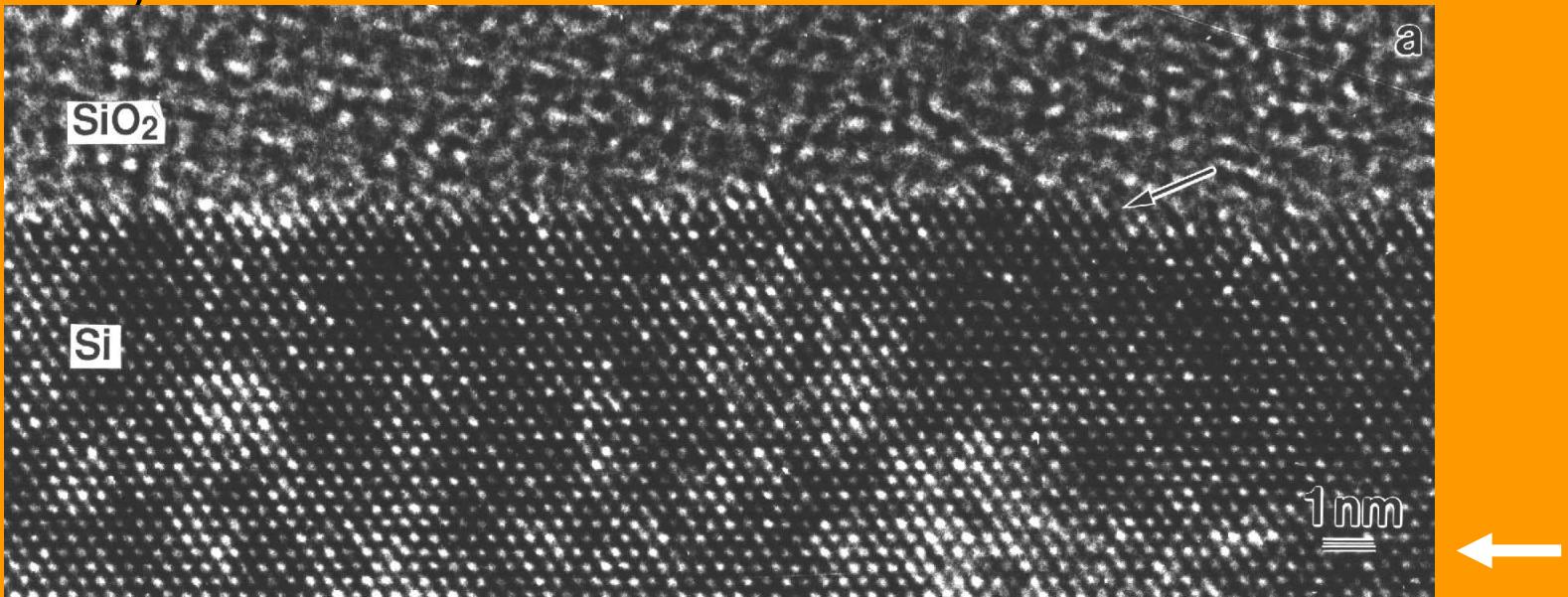


6. 9. 1766 - 27. 7. 1844

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

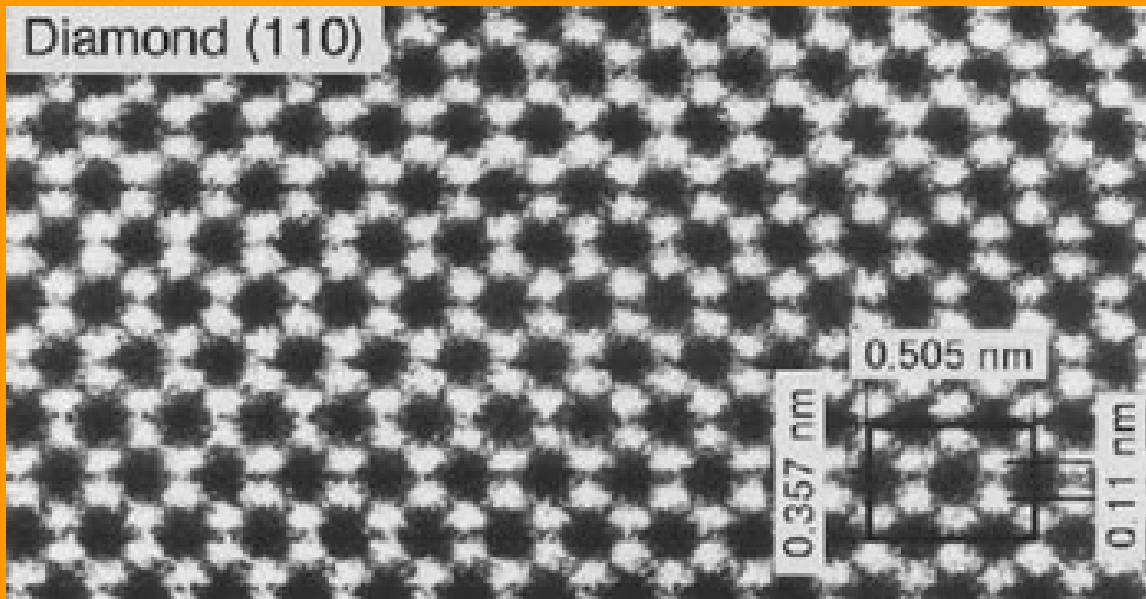
Atomy

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

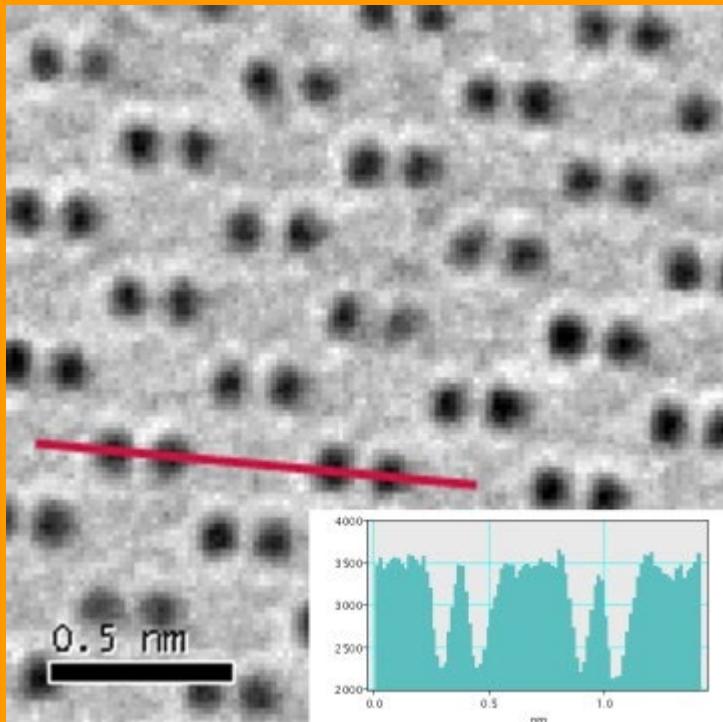


Atomy

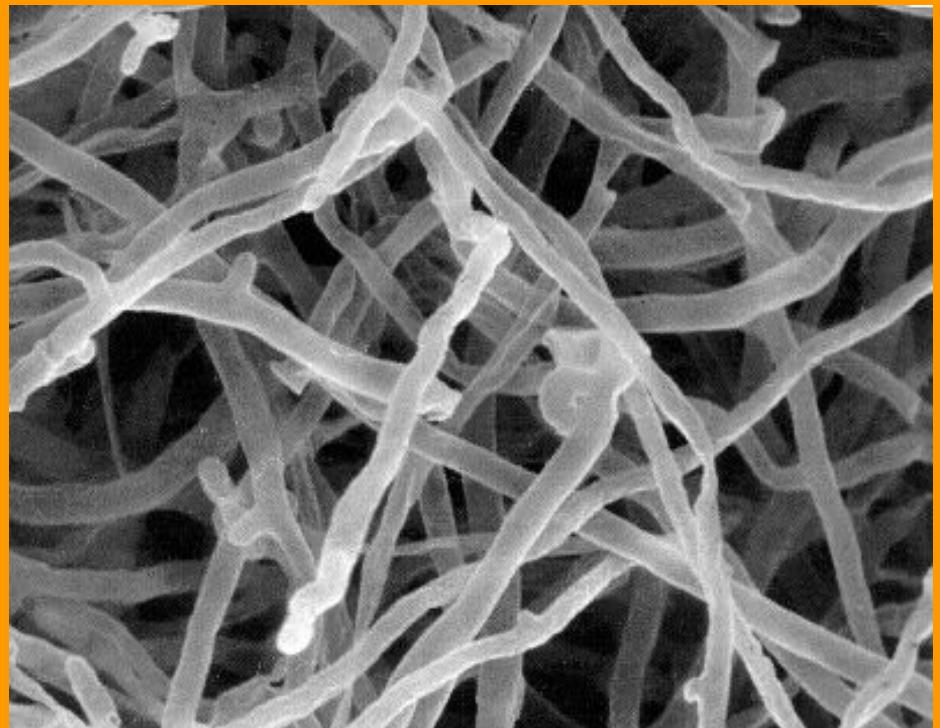
- Nejmenší hmotnost má atom vodíku ($1,67 \cdot 10^{-27}$)
- Relativní atomová hmotnost: základem je 1/12 hmotnosti isotopu $^{12}_6\text{C}$



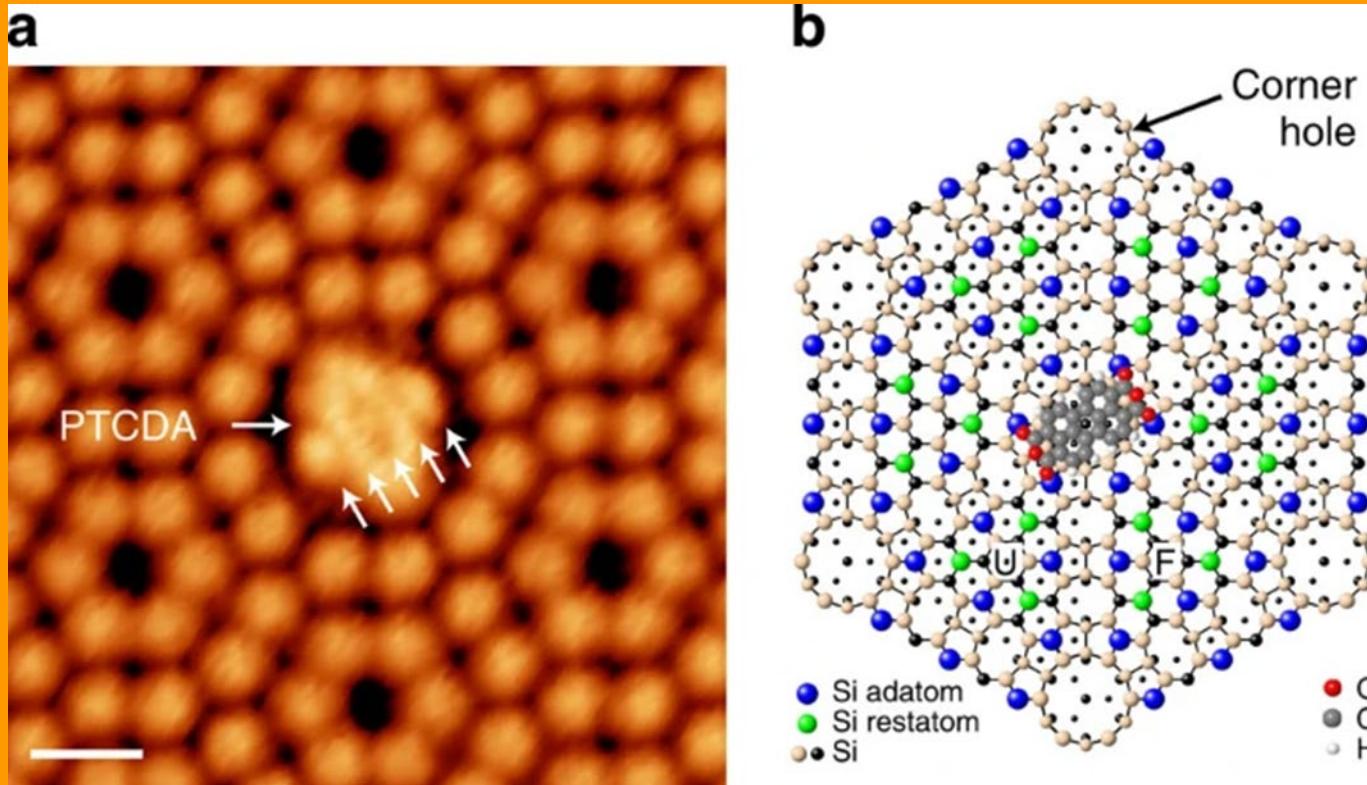
Ještě elektronová mikroskopie



atomy germania



hyfy (vlákna) hlívy ústřičné

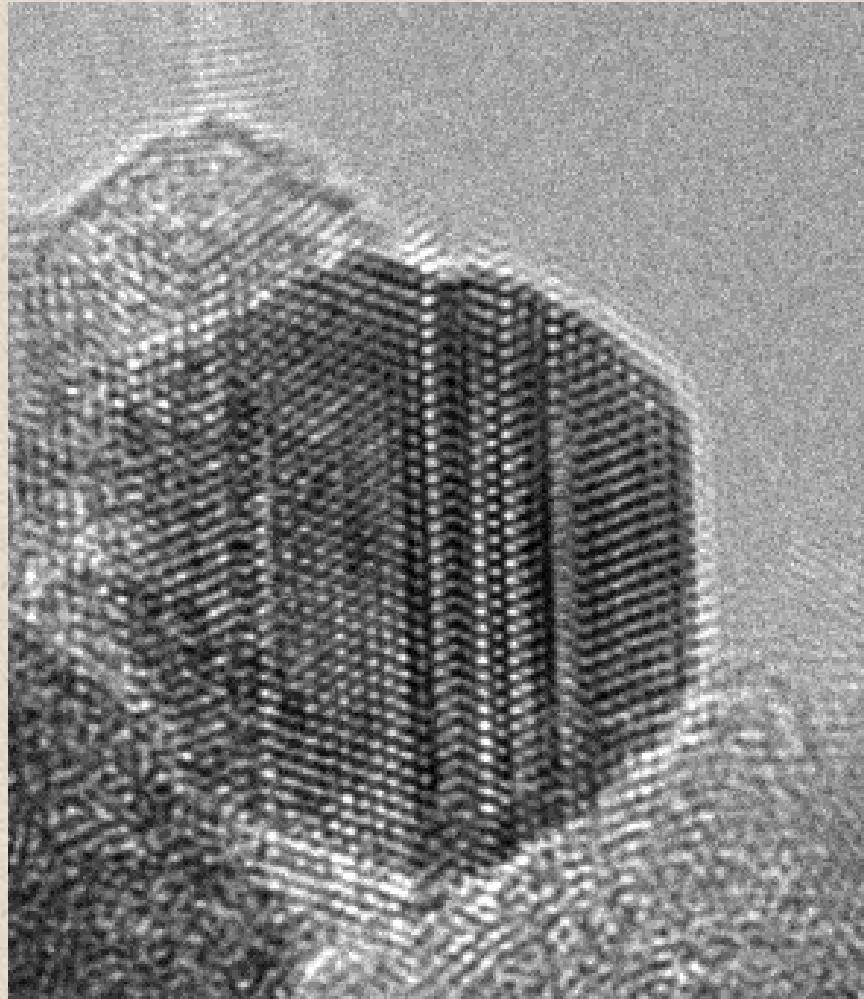


K. Iwata et al, "Chemical structure imaging of a single molecule by atomic force microscopy at room temperature", **Nature Communications** 6, 7766 (2015), [doi:10.1038/ncomms8766](https://doi.org/10.1038/ncomms8766)

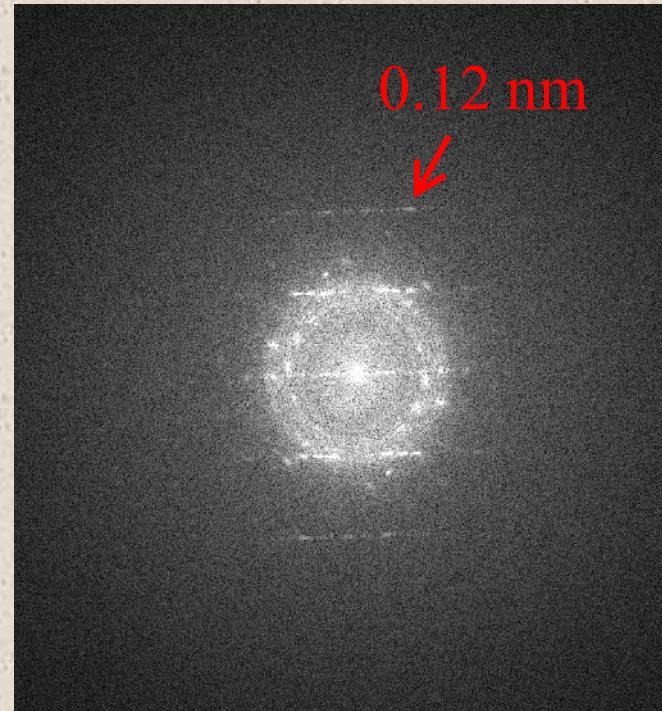
Atomic force microscopy is capable of resolving the chemical structure of a single molecule on a surface. In previous research, such high resolution has only been obtained at low temperatures. Here we demonstrate that the chemical structure of a single molecule can be clearly revealed even at room temperature. 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



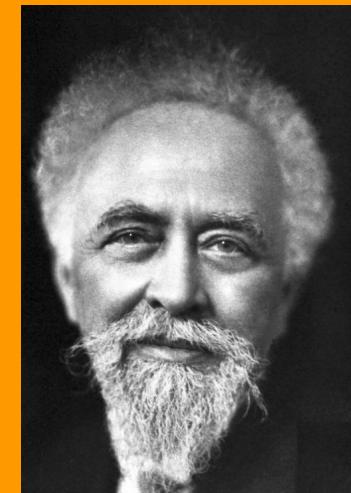
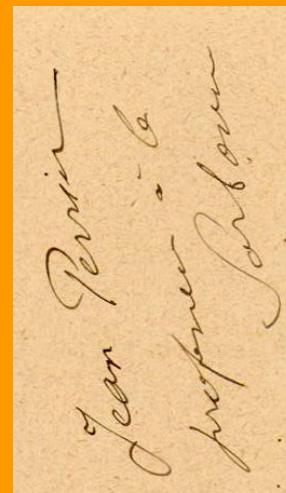
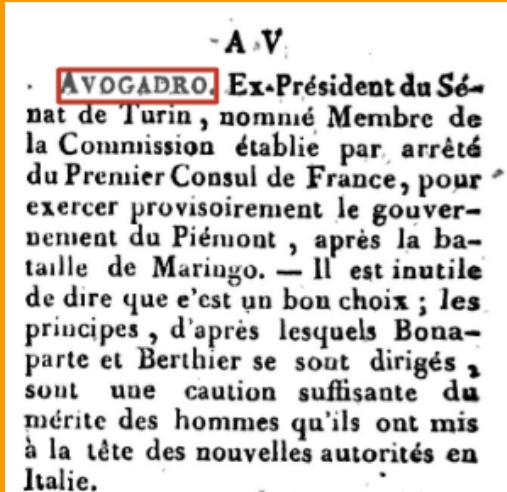
(Laskavostí prof. Tomáše Krumla, Ústav fyziky materiálu AV ČR, Brno)

Atomy

1 mol kteréhokoli 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)

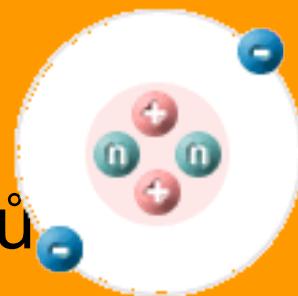


[Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro conte di Quaregna e Cerreto](#) (1776-1856)

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 složené z jednodušších částic - z **kvarků**.

Murray Gell-Mann a George Zweig přišli (1964) s ideou **kvarků**. Podle těchto představ měly být mezony a baryony složené systémy skládající se z kvarků nebo antikvarků (baryony ze tří kvarků, mezony z dvojic kvark -antikvark). Kvarky měly být tří 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 častic

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*

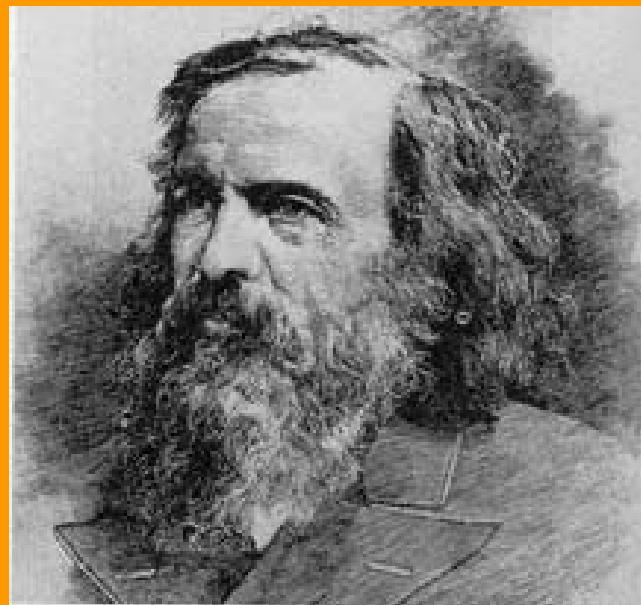
„Li-Ion baterie musí být nejspíš nabité, aby při mechanickém poškození vzplála či vybuchla“ - vyzkoušeno 10.2.2023 v Krči

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 ЭЛБМЕНТОВЪ.

ОСНОВАННОЙ НА ЕЕ 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 = 197,4.
Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198.
NI = Co = 59	Pl = 108,4	O = 199.
H = 1	Cu = 63,4	Ag = 108
B = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,4
Al = 11	Si = 28	? = 70
N = 14	P = 31	As = 75
O = 16	S = 32	Se = 79,4
F = 19	Cl = 35,4	Br = 80
Li = 7	K = 39	Rb = 85,4
Na = 23	Ca = 40	Sr = 87,4
		? = 45
		Ce = 92
	?Er = 56	La = 94
	?Y = 60	Dy = 95
	?In = 75,4	Th = 118?
		Tl = 204.
		Ba = 137
		Pb = 207.

Vynálezy.

* Známý petrohradský chemik Mendelejev nalezl nové svítivo, které se vyrábí z odpadků naftových. Jest to plyn bez barvy a nepáchnoucí; chytá při teplotě 135° F. a hoří jasným a jednostejným plamenem, jejž 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 PAPÍRU 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 bliže Birminghamu. V Praze zaveden byl plyn r. 1847. Dne 15. září 1847 svítilo v Praze prvních 200 ve-

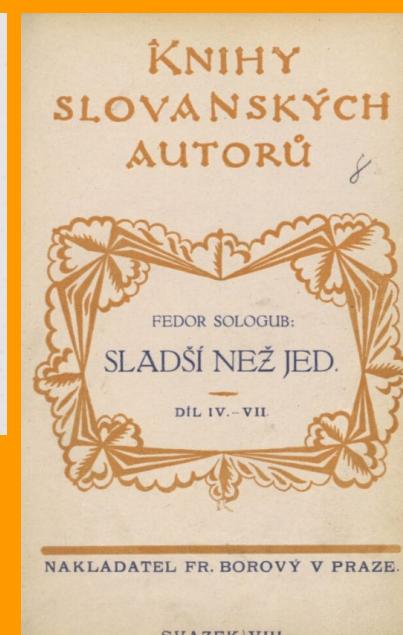
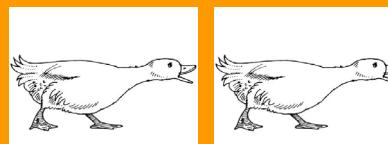
(O pokroku prostředků osvětlovacích. Z časopisu Český mechanik, 1899
O národohospodářském významu plynáren; Plyn a voda 1921)

Vynálezy.

* Známý petrohradský chemik Mendelejev nalezl nové svítivo, které se vyrábí z odpadků naftových. Jest to plyn bez barvy a nepáchnoucí; chytá při teplotě 135° F. a hoří jasným a jednostejným plamenem, jejž 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 Mendělějevo 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.

(Světozor, 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 IA	2 IIA	3 III B	4 IV B	5 VB	6 VI B	7 VII B	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 III A	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VII A	18 0		
Vodík H 1,00794(7)	Beryllium Be 8,012162(3)	Lithium Li 6,941(2)	Kyslík O 15,9994(3)	název prvku protonové číslo značka prvku relativní atomová hmotnost	nekovy	alkalické kovy	alkalické zemní kovy	vzácné plyny	halogeny	metalloidy	přechodné kovy	jiné kovy	vzácné zemní prvky	Helium He 4,002602(2)	Neon Ne 20,1797(8)				
Sodík Na 22,989770(2)	Hořák Mg 24,3080(0)	Drašák K 38,0963(1)	Vápník Ca 40,078(4)	Skandium Sc 44,965910(5)	Titan Ti 47,887(1)	Vanad V 50,9415(1)	Chrom Cr 51,9861(6)	Mangan Mn 54,938049(9)	Železo Fe 55,845(2)	Kobalt Co 58,933200(9)	Níkli Ni 58,0934(2)	Měď Cu 63,546(3)	Zinek Zn 65,39(2)	Gallium Ga 69,723(1)	Germanium Ge 72,01(2)	Arsen As 74,92160(2)	Selen Se 78,96(3)	Brom Br 79,904(1)	Krypton Kr 83,80(1)
Rubidium Rb 85,4678(3)	Stroncium Sr 87,62(1)	Yttrium Y 88,90585(2)	Zirkonium Zr 91,224(2)	Niob Nb 92,90638(2)	Molybden Mo 95,94(1)	Technečnum Tc (98,9063)	Ruthenium Ru 101,07(2)	Ruthenium Ru 102,90560(2)	Rhodium Rh 106,42(1)	Palladium Pd 107,8662(2)	Stříbro Ag 112,411(8)	Kadmium Cd 114,818(3)	Indium In 116,710(7)	Cín Sn 121,760(1)	Antimon Sb 127,60(3)	Tellur Te 128,90447(3)	Jod I 131,29(2)	Xenon Xe 131,29(2)	
Cesium Cs 132,90454(2)	Baryum Ba 137,327(7)	57-70 Lanthano- noidy	Hafnium Hf 178,49(2)	Tantal Ta 180,9479(1)	Wolfram W 183,84(1)	Rhenium Re 186,207(1)	Osmium Os 190,28(3)	Iridium Ir 192,217(3)	Platina Pt 195,078(2)	Zlato Au 196,96656(2)	Rtuť Hg 200,55(2)	Thaillium Tl 204,9833(2)	Olovo Pb 207,2(1)	Bismut Bi 208,98038(2)	Polonium Po (208,9824)	Astat At (209,9871)	Radon Rn (222,0178)		
Francium Fr (223,0197)	Radium Ra (226,0254)	89-102 Aktinoidy	Rutherfordium Rf (261,110)	Dubnium Db (262,1144)	Seaborgium Sg (263,1188)	Bohorium Bh (264,12)	Hassium Hs (265,1306)	Mēitnerium Mt (268)	Ununnilium Uun (269)	Unununium Uuu (272)	Ununbium Uub (277)								
Lanthanoidy:		Lanthan La 138,9065(2)	Cer Ce 140,116(1)	Praseodym Pr 140,90785(2)	Neodym Nd 144,24(3)	Promethium Pm (144,9127)	Samarium Sm 150,36(3)	Europlium Eu 151,964(1)	Gadolinium Gd 157,25(3)	Terbium Tb 158,92534(2)	Dysprosium Dy 162,50(3)	Holmium Ho 164,93032(2)	Erbium Er 167,26(3)	Thulium Tm 168,93421(2)	Ytterbium Yb 173,04(3)	Lutecium Lu 174,967(1)			
Aktinoidy:		Aktinium Ac (227,0277)	Thorium Th 232,0381(1)	Protaktinium Pa 231,03588(2)	Uran U (238,0269(1))	Neptunium Np (237,0482)	Plutonium Pu (244,0642)	Americium Am (243,0614)	Curium Cm (247,0703)	Berkelium Bk (247,0703)	Kalifornium Cf (251,0796)	Einsteinium Es (252,0830)	Fermium Fm (257,0951)	Mendelevium Md (258,0984)	Nobelium No (259,1011)	Lawrencium Lr (262,110)			

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, mikroten
- β - elektrony 5 mm plexisklo
- γ - záření* olověné cihly, Ba/beton

*(vždy záleží na energii)

Perličky z písemek:

1. Co jsou v radiochemii „částice β “ a jaká je před nimi ochrana? (2 body)

PZOUVÍ ELEKTRONŮ

př. 5mm plechové

KCN

kianid draselný

10. Co Vám říkají tato jména (3 body)

Demokritos - atomista, ~~Astro~~ vymyslel atom

Dalton - původ se elektrickým proudem

Radioaktivita

N ... počet dosud nerozpadlých jader

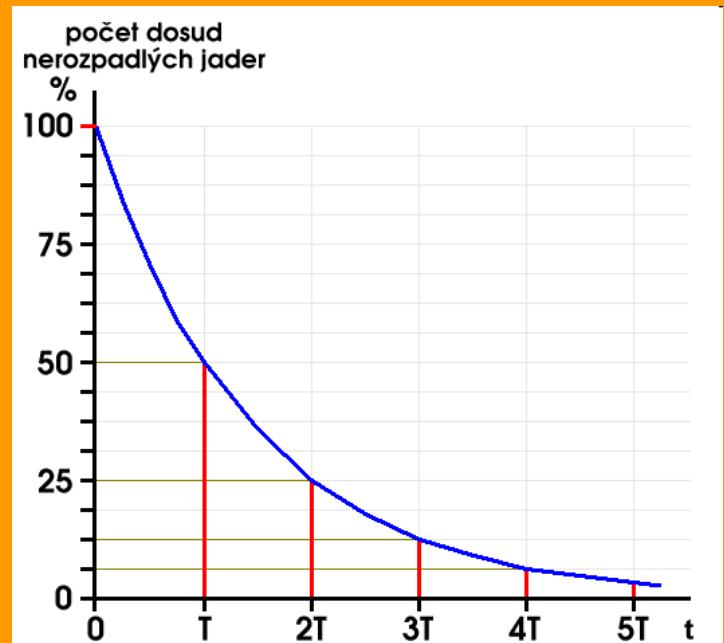
N₀ ... počet původních nerozpadlých jader

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

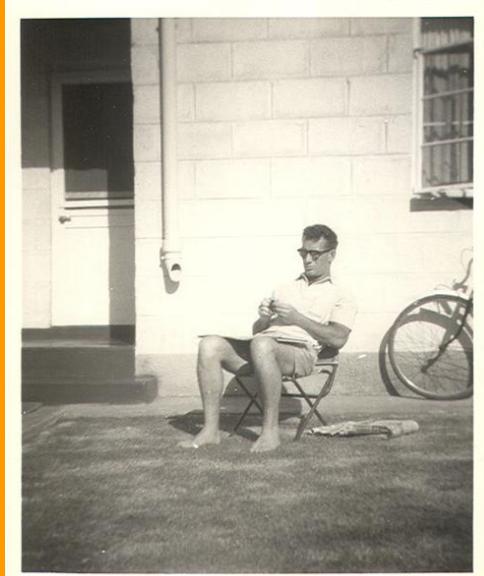
Radioaktivita

- Nejběžnější isotopy v biologické laboratoři:

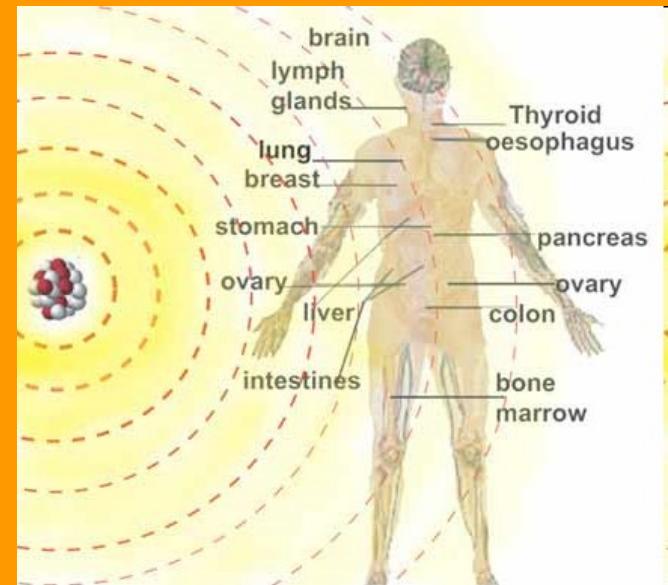
• ^{14}C	5730 let	beta
• ^3H	12,26 let	beta
• ^{32}P	14,3 dne	beta
• ^{35}S	87,1 dne	beta
• ^{131}I	8,14 dne	beta, gama

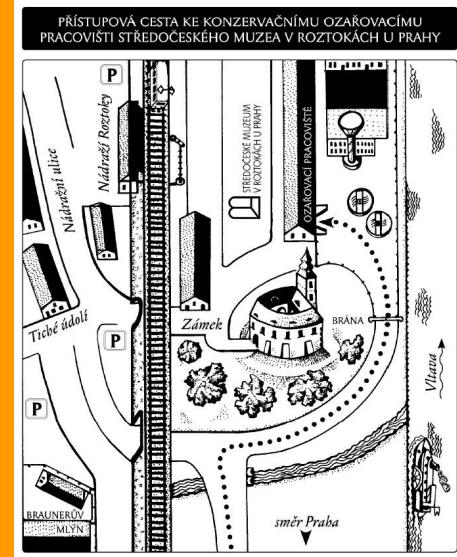
Radioaktivita – jednotky biologického účinku

- **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 /1kg, 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





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		
Hubení plísni 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 naruší strukturu papíru, textilu a usní.	Dřevomorka je na záření resistentní
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



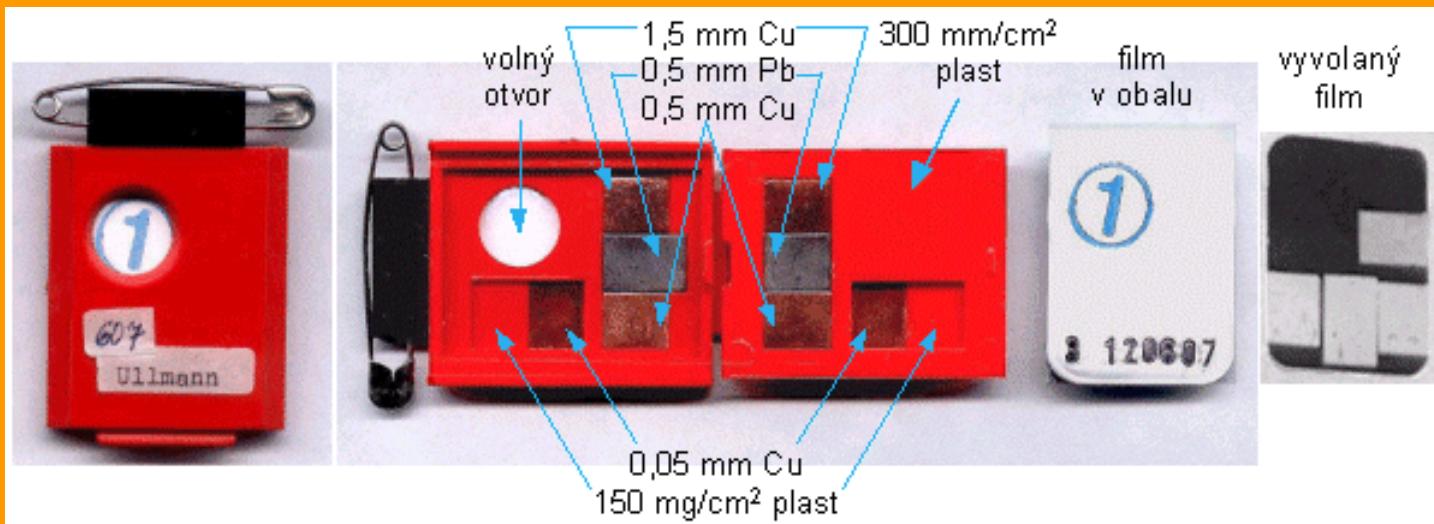
Kiev / Černobyl 2013



Kiev / Černobyl 2013

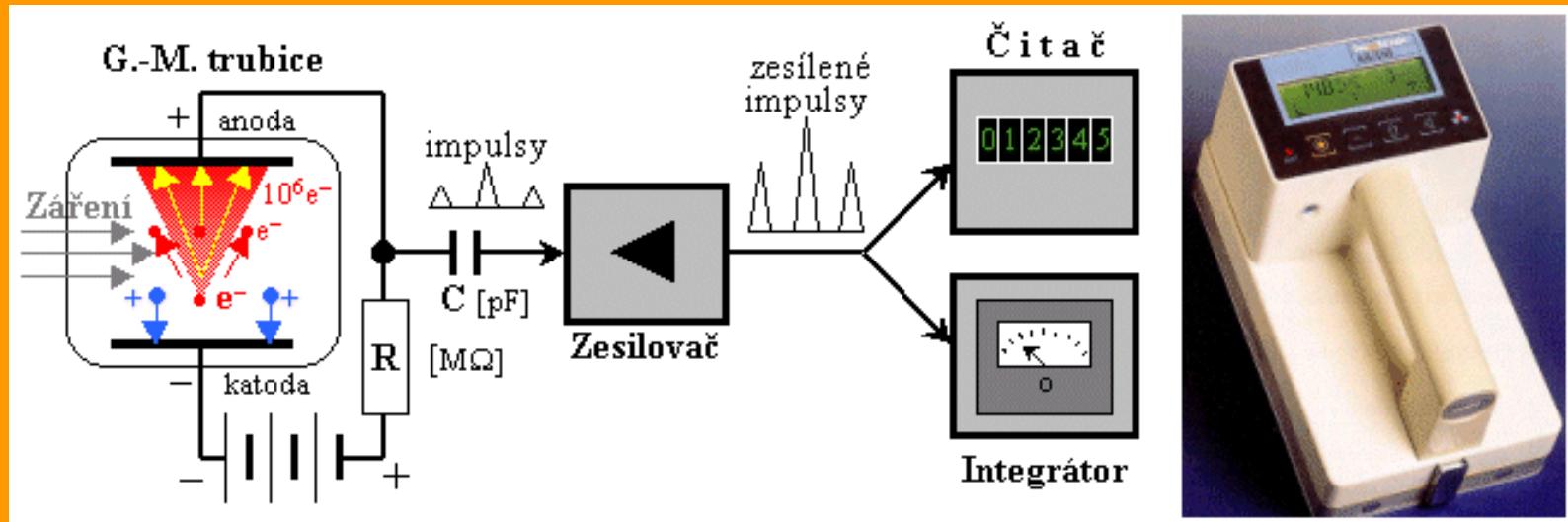


Radioaktivita – dozimetry



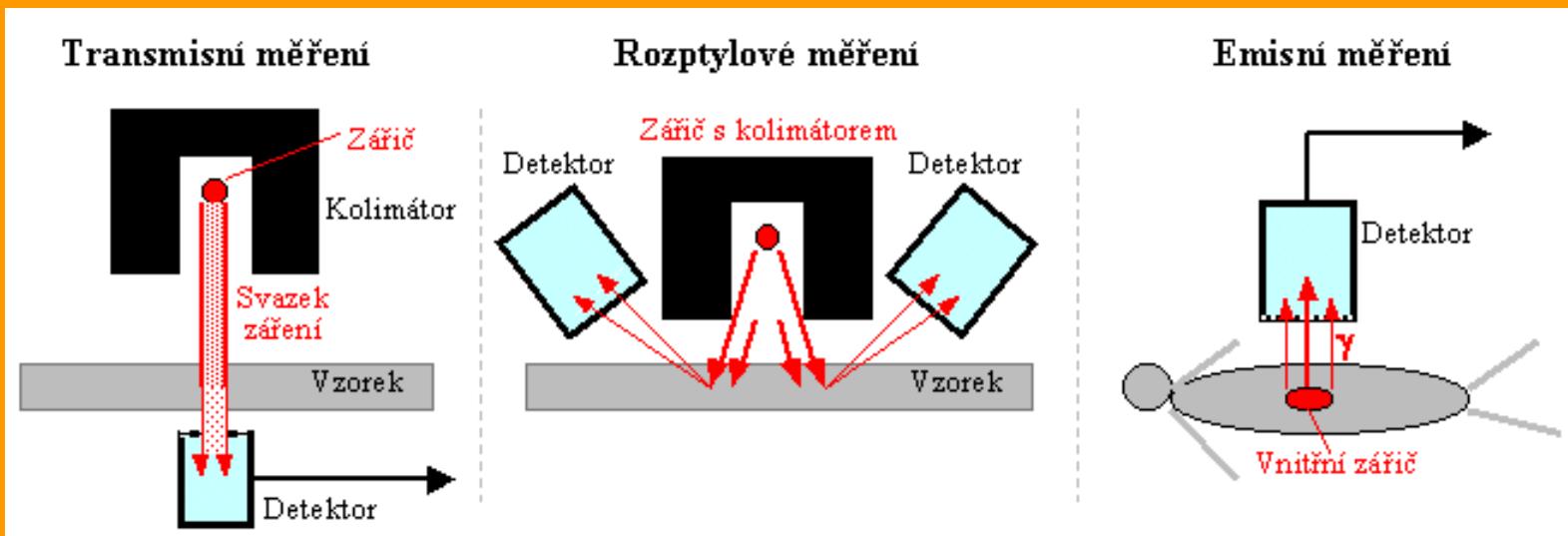
Osobní dozimetry, založené na expozici filmu

Radioaktivita – dozimetry



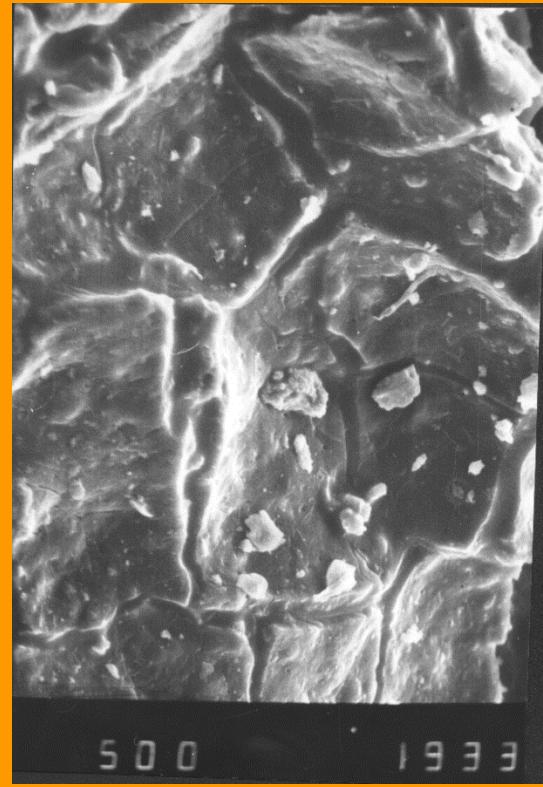
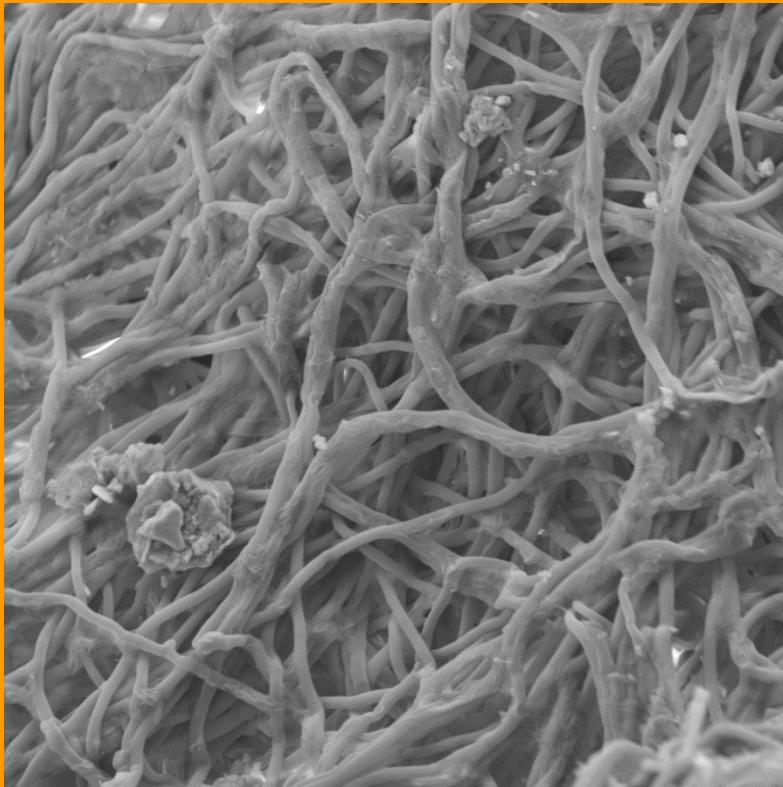
Geiger-Müllerovy dozimetry, založené na ionizaci plynu

Radioaktivita – aplikace v biologii



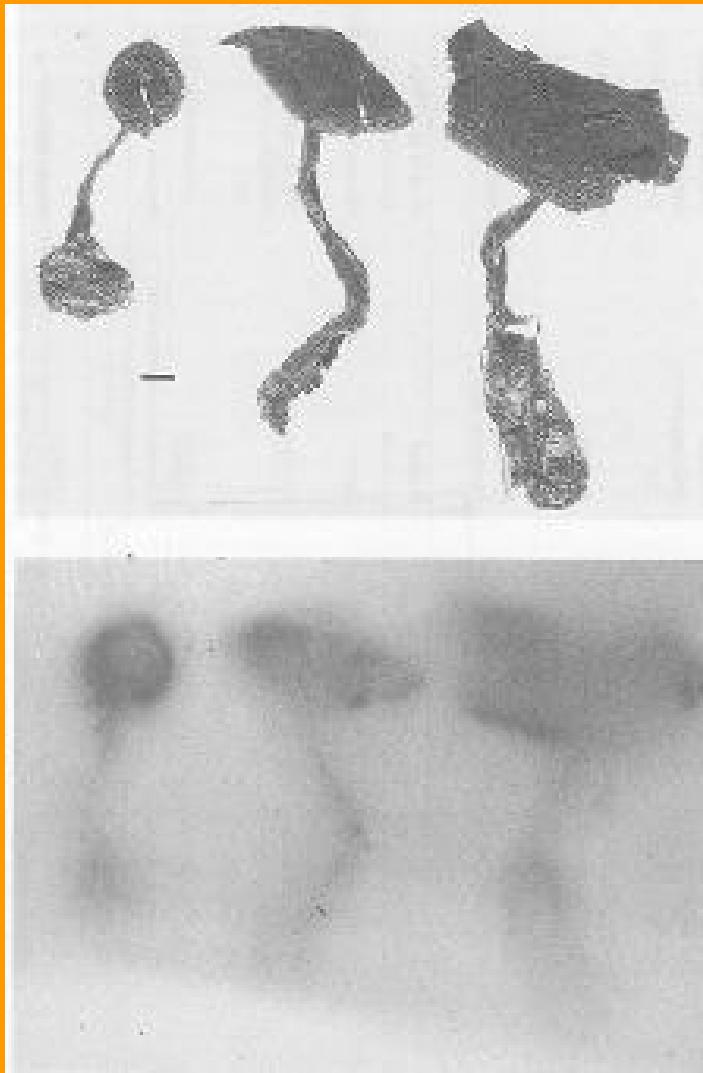
Detekce značených molekul (emisní měření)
Sterilizace materiálu (60-kobalt)

Biologická vsuvka: bioakumulace prvků (isotopů) v přírodě



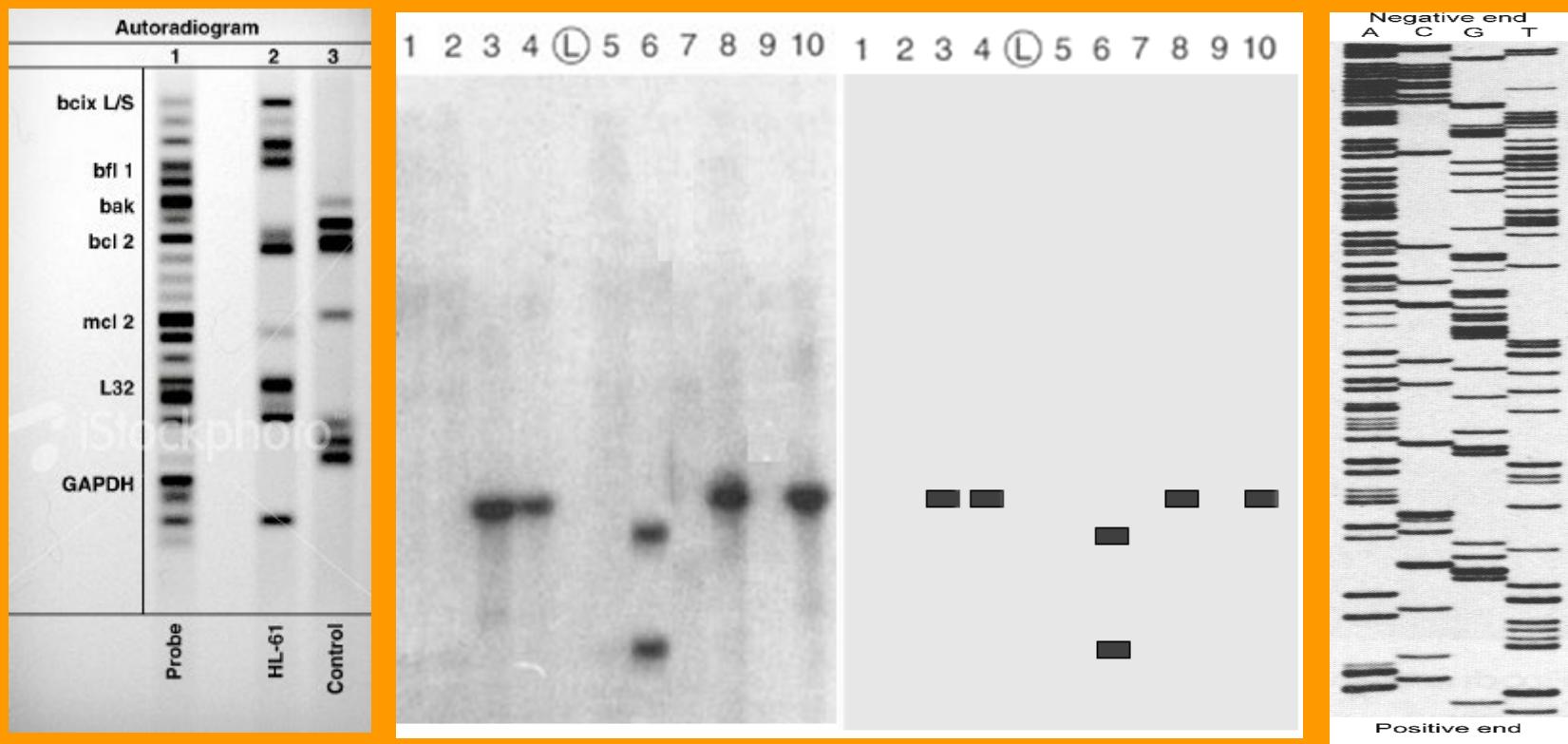
Povrch plodnice houby klanolístky obecné (vlevo) a troudnatce pásovaného (vpravo) s částicemi atmosférické depozice.

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 materiélem 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

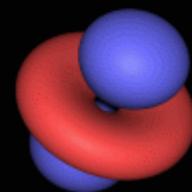
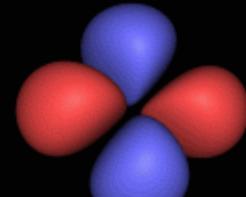
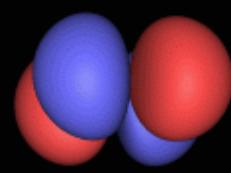
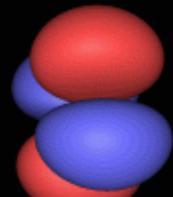
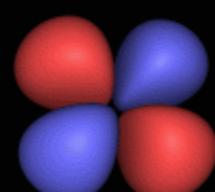
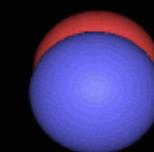
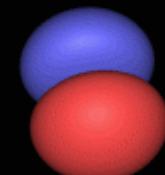
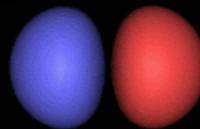
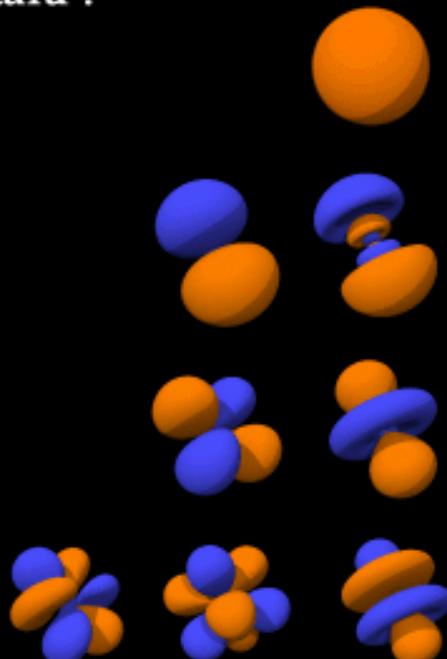
Typy orbitalů :

s

p

d

f



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:

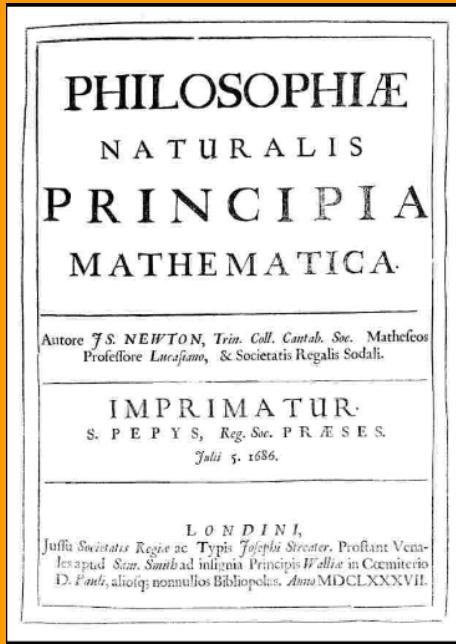
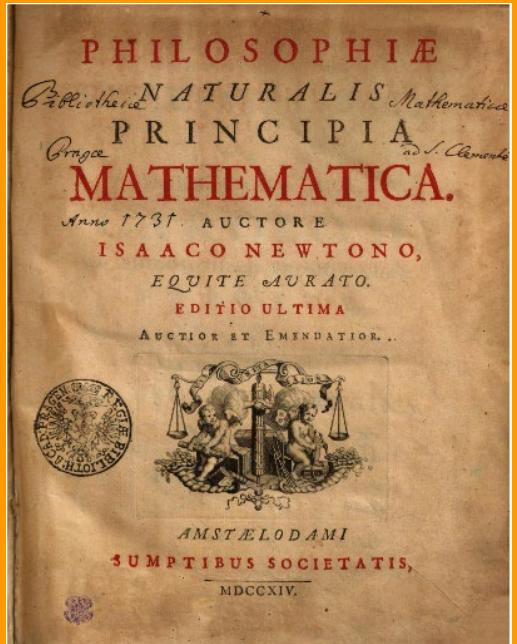
Schrödingerově rovnici

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) = $m \cdot v$



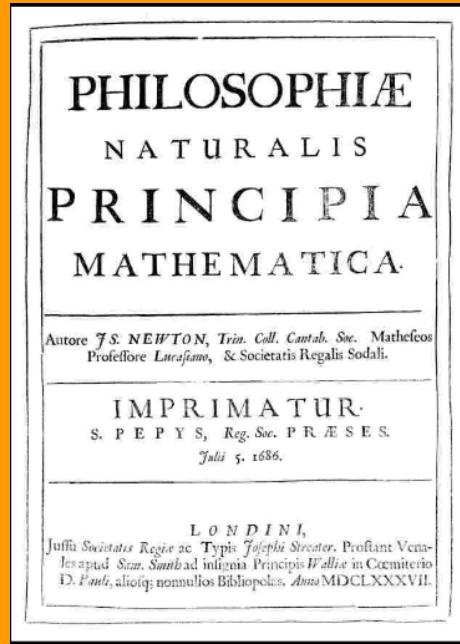
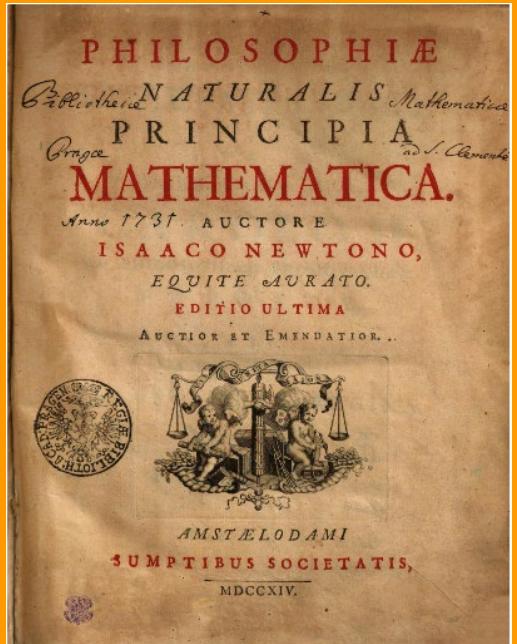
V mikrosvětě přestávají platit zákony newtonovské (klasické) fyziky



Přechod k popisu jevů v mikrosvětě umožňuje tzv. imitní přechod

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

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



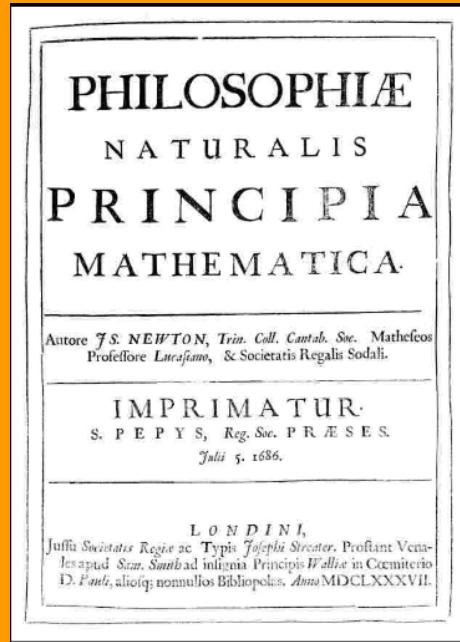
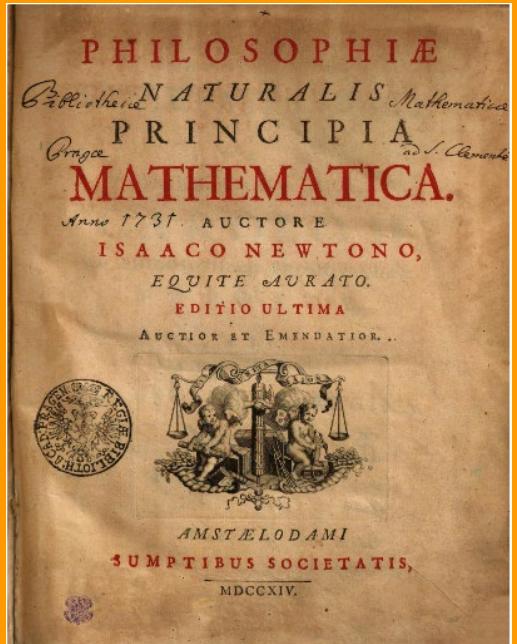
V mikrosvětě přestávají platit zákony newtonovské (klasické) fyziky



Přechod k popisu jevů v mikrosvětě umožňuje tzv. imitní přechod

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

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



V mikrosvětě přestávají platit zákony newtonovské (klasické) fyziky

Přechod k popisu jevů v mikrosvětě umožňuje tzv. imitní přechod

Arithmetica universalis isaaci newtoni sive de compositione et resolutione arithmeticâ perpetuis commentariis illustrata et aucta / In arithmeticam 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:

$$p = h / \lambda$$



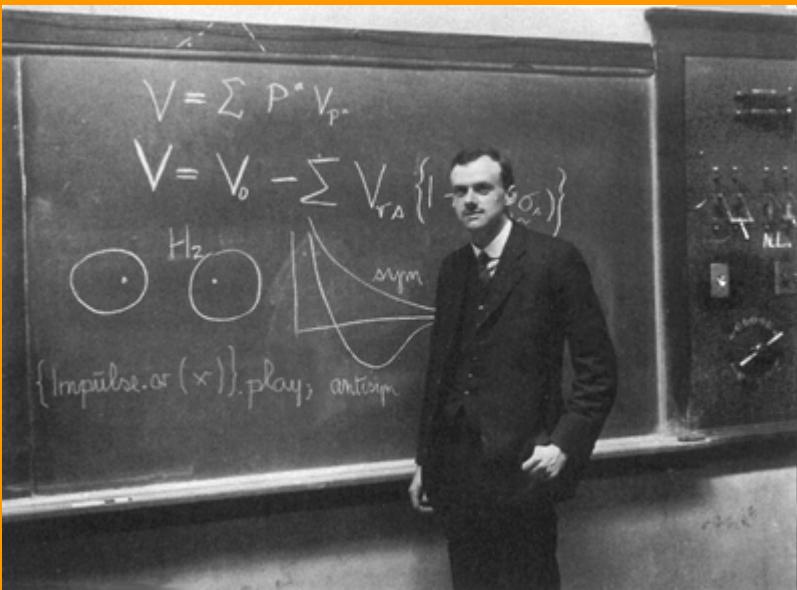
kde λ je vlnová délka ($1/\lambda = v$, vlnočet)

h je tzv. Planckova konstanta

Luis de Broglie

Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky

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



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

$$H \Psi = E \Psi$$



v klasické mechanice:

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

Sir William Rowan Hamilton

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:

$$[(-\hbar^2/2m) \Delta - e^2/r] \Psi = E \Psi$$

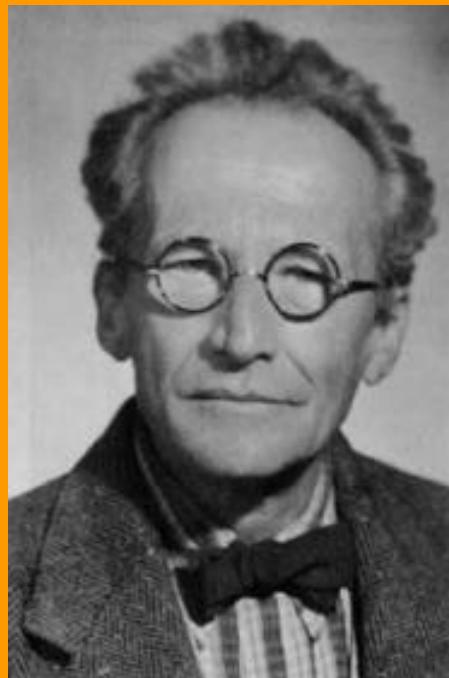
kde „lapla“ $\Delta = (\partial^2/\partial x^2 + \partial^2/\partial y^2 + \partial^2/\partial z^2)$
je operátor druhé derivace funkce podle souřadnic
(Laplaceův operátor)

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)

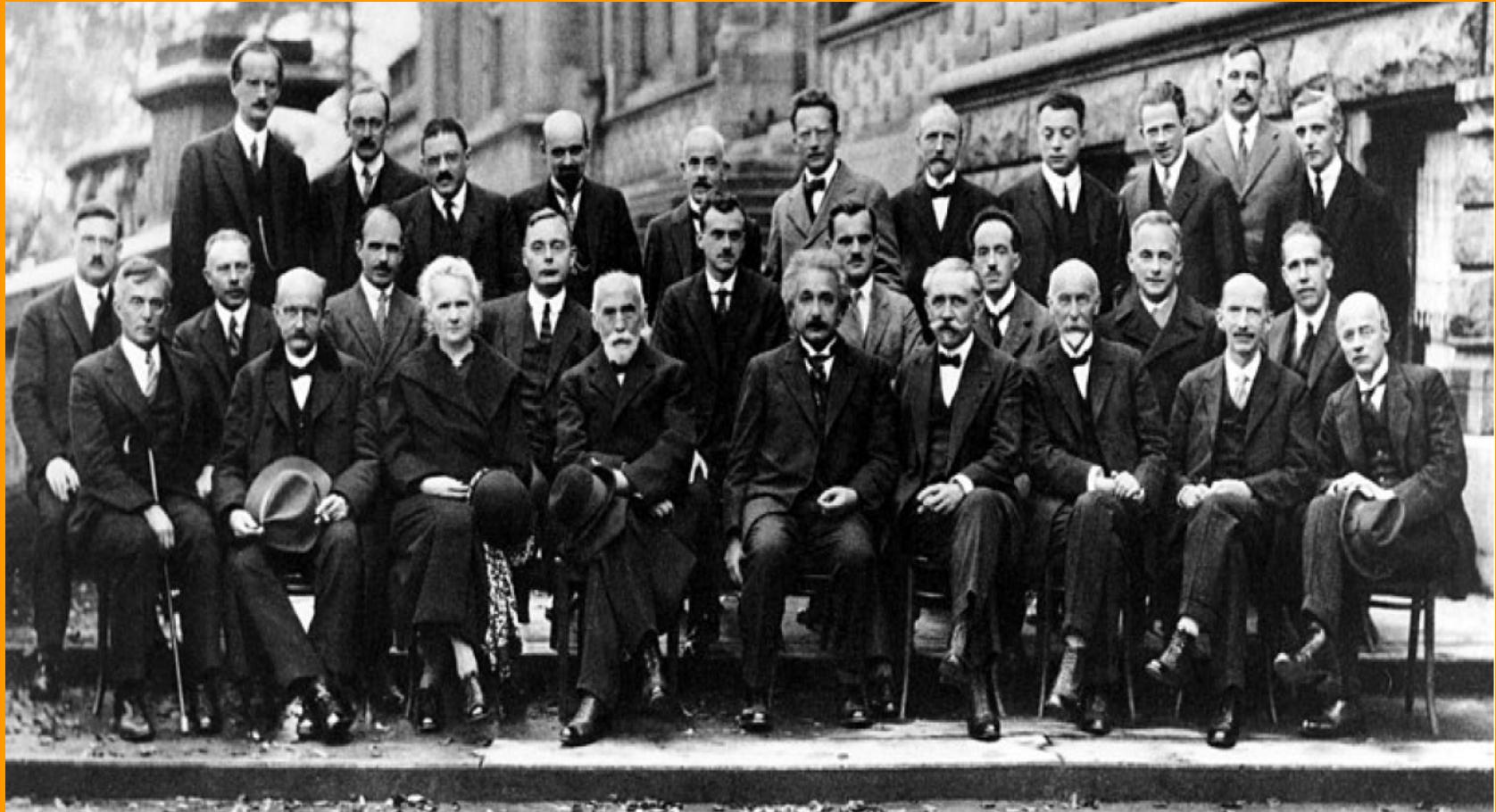
Z invariance (neměnnosti) přírodních dějů vůči
libovolnému
posunutí:

V prostoru \Rightarrow zákon zachování hybnosti
V čase \Rightarrow zákon zachování energie

potočení

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)

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, nechť 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)