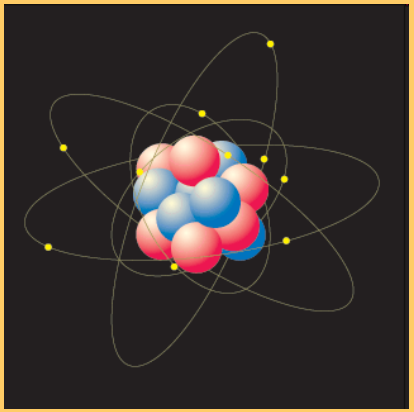
Repetitorium chemie I.

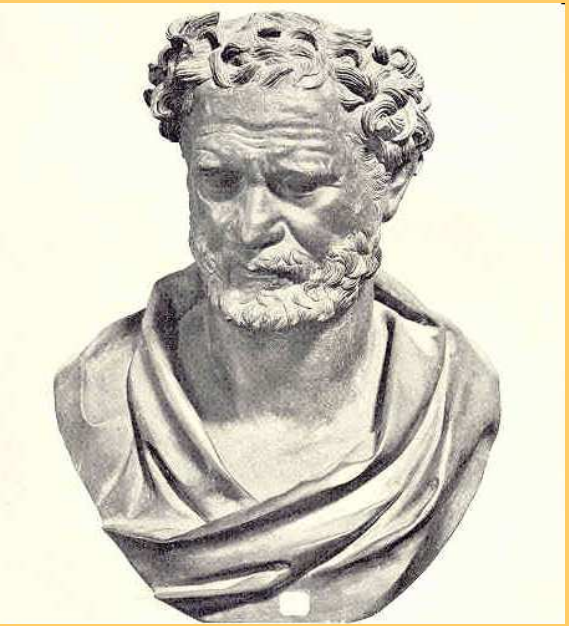


$$-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\psi(\mathbf{r})+V(\mathbf{r})\psi(\mathbf{r}) = E\,\psi(\mathbf{r})$$

Atomy, prvky, obecná chemie
(2016)

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 prázdna, které je obklopuje) je pak vytvořen celý svět.

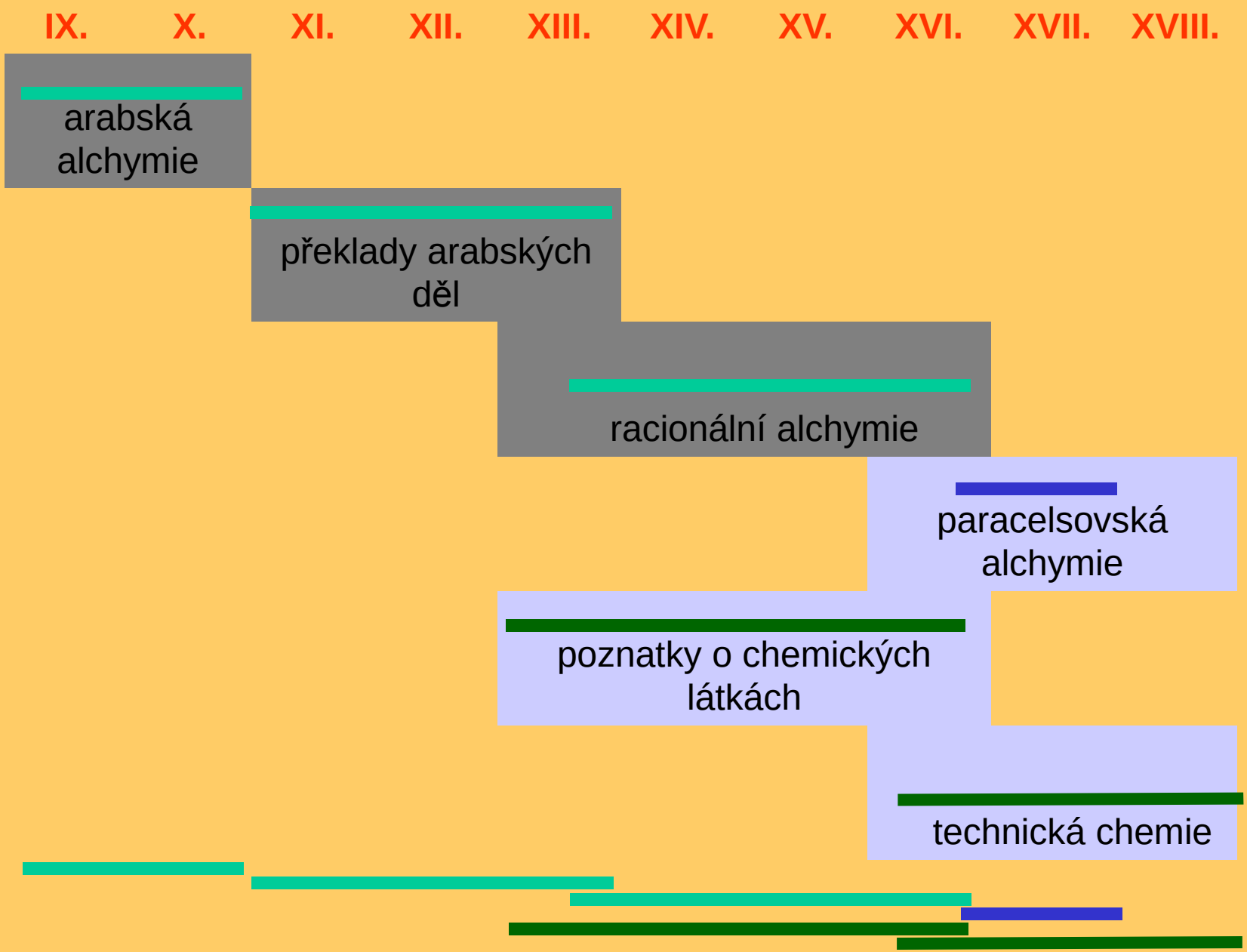
Historické ohlédnutí: „nejmenší částečky hmoty“

Obr. 3 Téměř současně s Lemeryho učebnicí se ve Francii objevilo neobvyklé alchymické dílo, *Mutus Liber* (Němá kniha). Datované 1677 v La Rochelle je opravdu němé; jediným textem je titulní strana, na dalších už je pouze symbolická mluva alchymie. Na tomto obrázku je v horní části v kapce postava Merkura stojící na Slunci a Měsíci, což se dalo vykládat jako rtuť, zlato a stříbro.

Obr. 4 Mutus Liber má jen patnáct stran, na nichž vystupuje adept alchymie pracující se svou manželkou na Velkém Díle, výrobě kamene mudrců. Na řadě stran najdeme zobrazení operací, které se přitom měly provést.

Alchymie: období hledání a nalézání

Věčné dilema evropské alchymie: kde hledat pravdu, v knihovně, anebo v laboratoři


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

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 Philippus Aureolus von Hohenheim (1493/4-1541)
řečený Paracelsus

Historické ohlédnutí: „nejmenší částečky hmoty“

- Počátek 18. století: novodobý atomismus, založený na experimentech
- 1738 Bernoulli: kinetická teorie plynů, matematicky odvodil závislost tlaku a objemu plynu (Boylův-Mariottův zákon)

$p.V = konst.$

abbé Edmé Mariott:
$T = konst.$

Robert Boyle

(1627-1691)

Historické ohlédnutí: „nejmenší částečky hmoty“

- Dalton počátkem 19. století formuloval základní poučky atomové teorie:

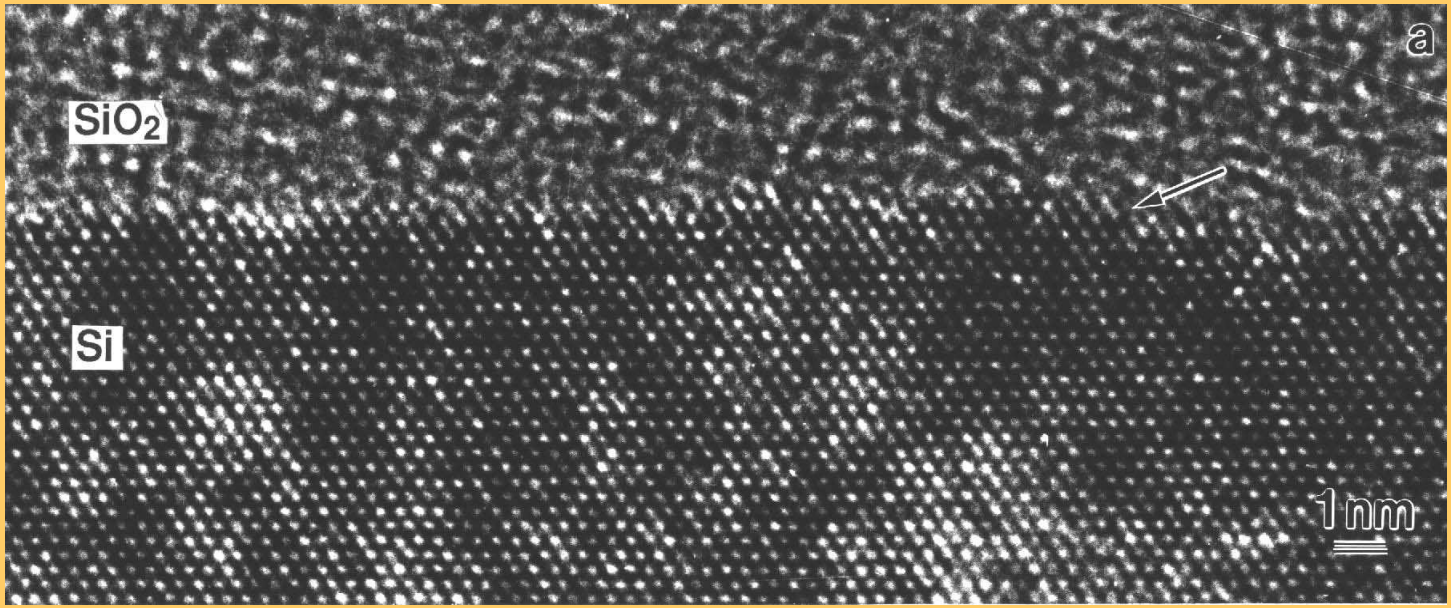
1. Prvky se skládají z hmotných atomů
2. Je tolik druhů atomů, kolik je prvků
3. Atomy jednoho prvku mají všechny vlastnosti stejné
4. Atomy se mohou chemicky slučovat

6. 9. 1766 - 27. 7. 1844

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

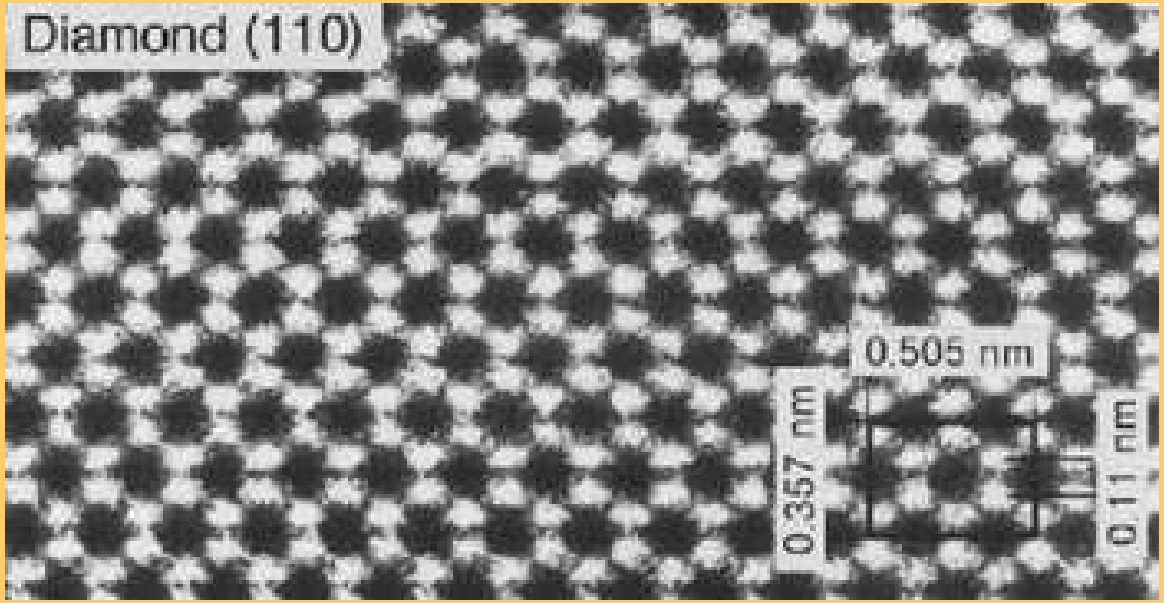
Atomy

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

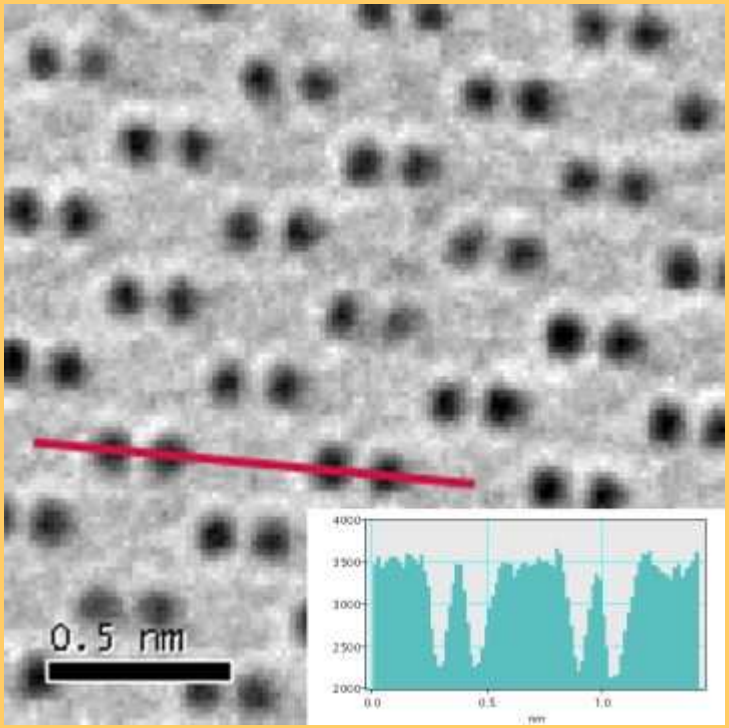


Atomy

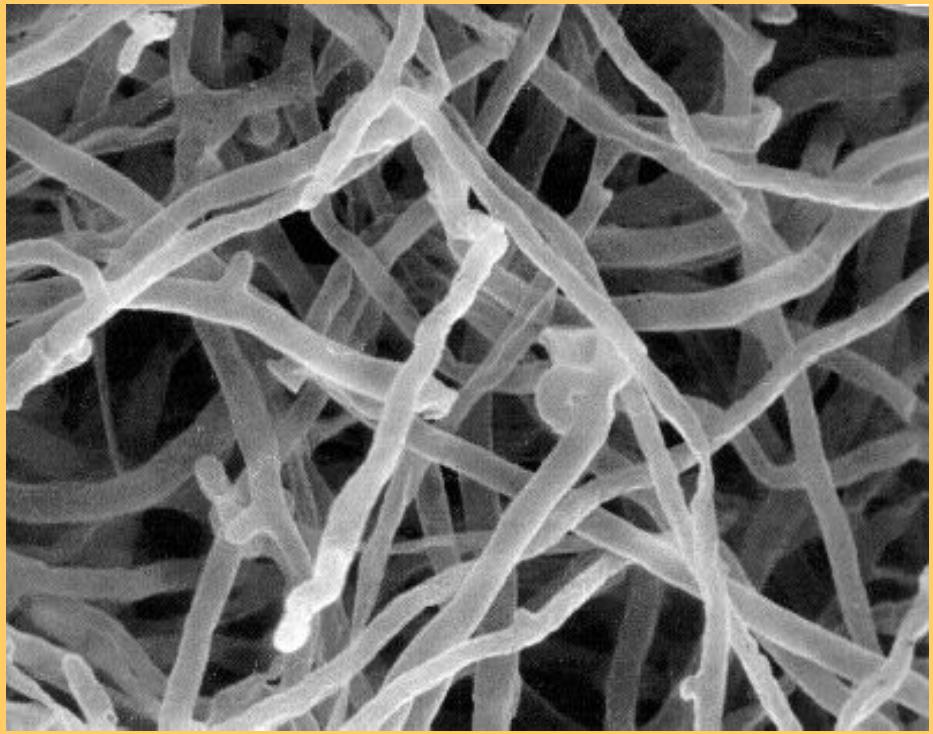
- Nejmenší hmotnost má atom vodíku ($1{,}67*10^{-27}$)
- Relativní atomová hmotnost: základem je 1/12 hmotnosti isotopu $^{12}_{6}C$



Ještě elektronová mikroskopie



atomy germania



hyfy (vlákna) hlívy ústřičné

Ještě elektronová mikroskopie

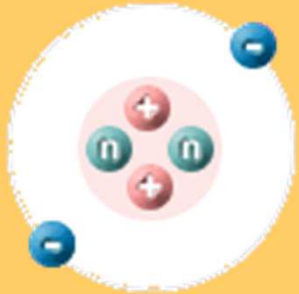
Atomy

- 1 mol kteréhokoliv prvku obsahuje vždy stejný počet atomů N_A=6,023*10^{23} Avogadrova konstanta
- 1 mol plynu má objem 22,4 l (molární objem)

Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro 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. $_{11}Na$



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)

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 = 197,4.
			Fe = 56	Rn = 104,4	Ir = 198.
			Ni = Co = 59	Pl = 106,6	Os = 199.
H = 1			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	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 = 75,6	Th = 118?		

Д. Менделѣевъ

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** 14,00674(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** 24,3050(6)											Hliník 13 **Al** 26,981538(2)	Křemík 14 **Si** 28,0855(3)	Fosfor 15 **P** 30,973761(2)	Síra 16 **S** 32,066(6)	Chlor 17 **Cl** 35,4527(9)	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)	Arsen 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** 88,90585(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 Lantha- noidy	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** 196,96655(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** (208,9824)	Astat 85 **At** (209,9871)	Radon 86 **Rn** (222,0176)
Francium 87 **Fr** (223,0197)	Radium 88 **Ra** (226,0254)	89-102 Akti- noidy	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)	Meitnerium 109 **Mt** (268)	Ununnilium 110 **Uun** (269)	Unununium 111 **Uuu** (272)	Ununbium 112 **Uub** (277)						

Kyslík
8
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

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** 238,0289(1)	Neptunium 93 **Np** (237,0482)	Plutonium 94 **Pu** (244,0642)	Americium 95 **Am** (243,0614)	Curium 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)

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:

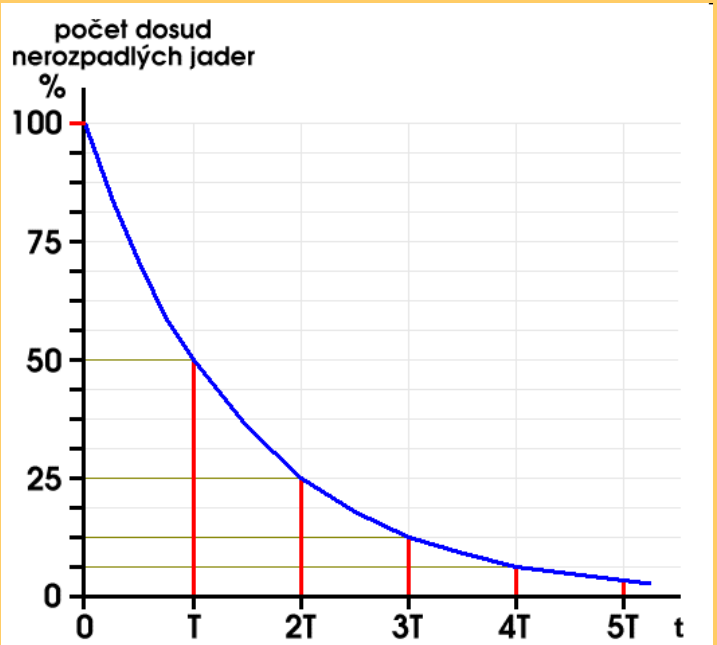
Označení	ochrana
• α - jádra helia	2 cm vzduchu, mikroten
• β - elektrony	5 mm plexisklo
• γ - záření*	olověné cihly, Ba/beton

*(vždy záleží na energii)

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 Bq = 2.7×10^{-11} Ci.

Radioaktivita

- Příklady poločasů rozpadu:

• **^{14}C**	**5730 let**	**beta**
• **^{60}Co**	**5,26 let**	**beta, gama**
• ^{40}K	$1{,}26*10^{9}$ let	beta
• ^{238}U	$4{,}51*10^{9}$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):

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

N = počet částic

t = aktuální čas

T = poločas rozpadu

Radioaktivita

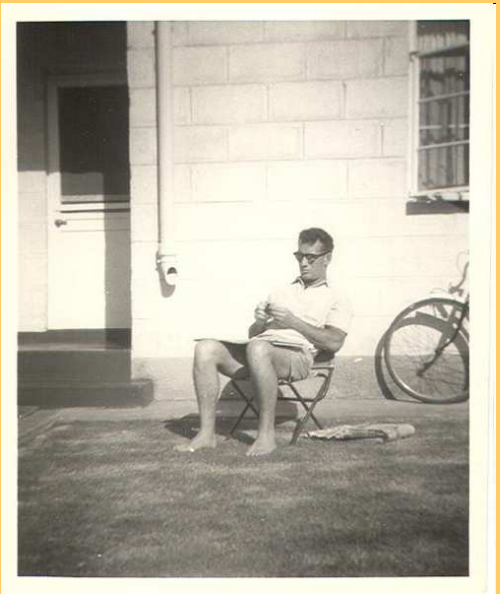
- Nejběžnější isotopy v biologické laboratoři:

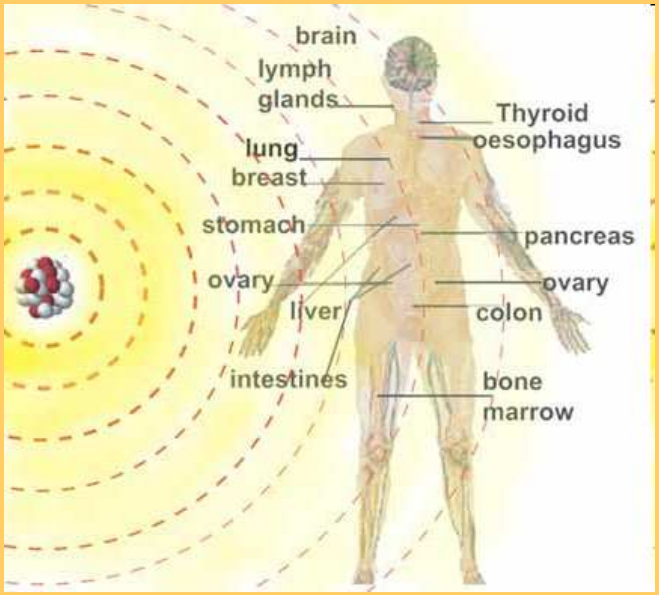
^{14}C	5730 let	beta
^{3}H	12,26 let	beta
^{32}P	14,3 dne	beta
^{35}S	87,1 dne	beta
^{131}I	8,14 dne	beta, gama

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 1mGy=10^{-3}Gy
  a 1μGy=10^{-6}Gy).





Louis Harold Gray,
britský lékař - radiolog

10.11.1905 – 9.7.1965

Radioaktivita – jednotky biologického účinku

- **Dávkový ekvivalent** (ekvivalentní dávka) v uvažované tkáni je dána součinem absorbované dávky D v daném místě a jakostního faktoru Q: $H = Q \cdot D$

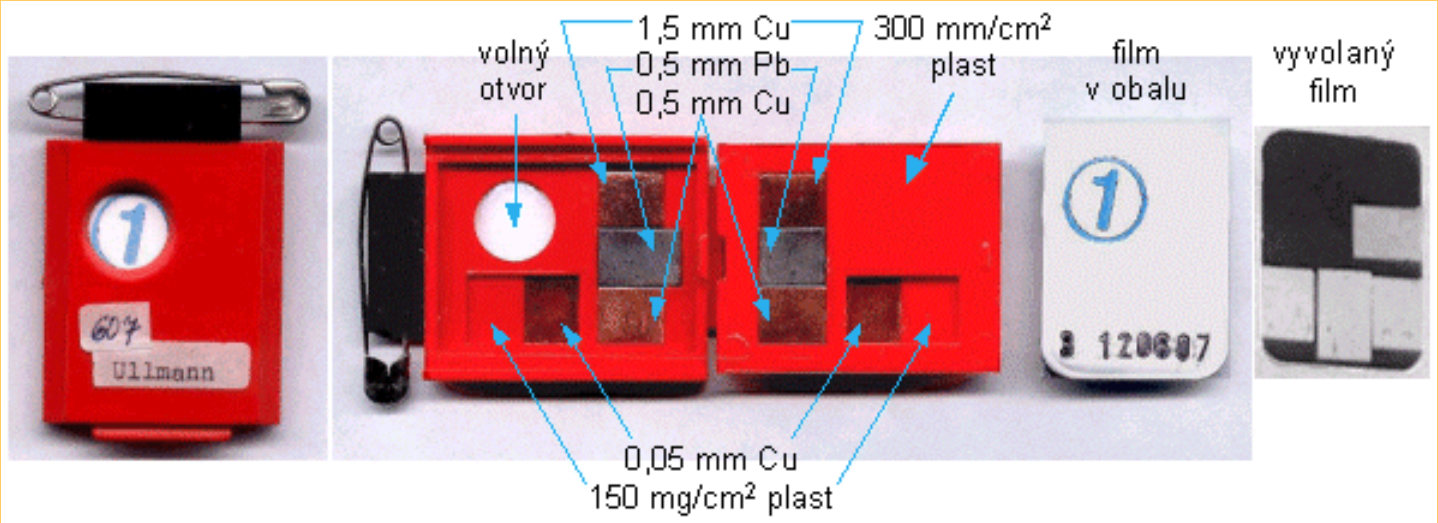
- Jednotkou dávkového ekvivalentu je 1 **Sievert** [Sv]. Dávka 1 Sv jakéhokoli záření má stejné biologické účinky jako dávka 1 Gy rentgenového nebo gama záření (pro které je jakostní faktor stanoven 1).

Kiev / Černobyl 2013

Kiev / Černobyl 2013

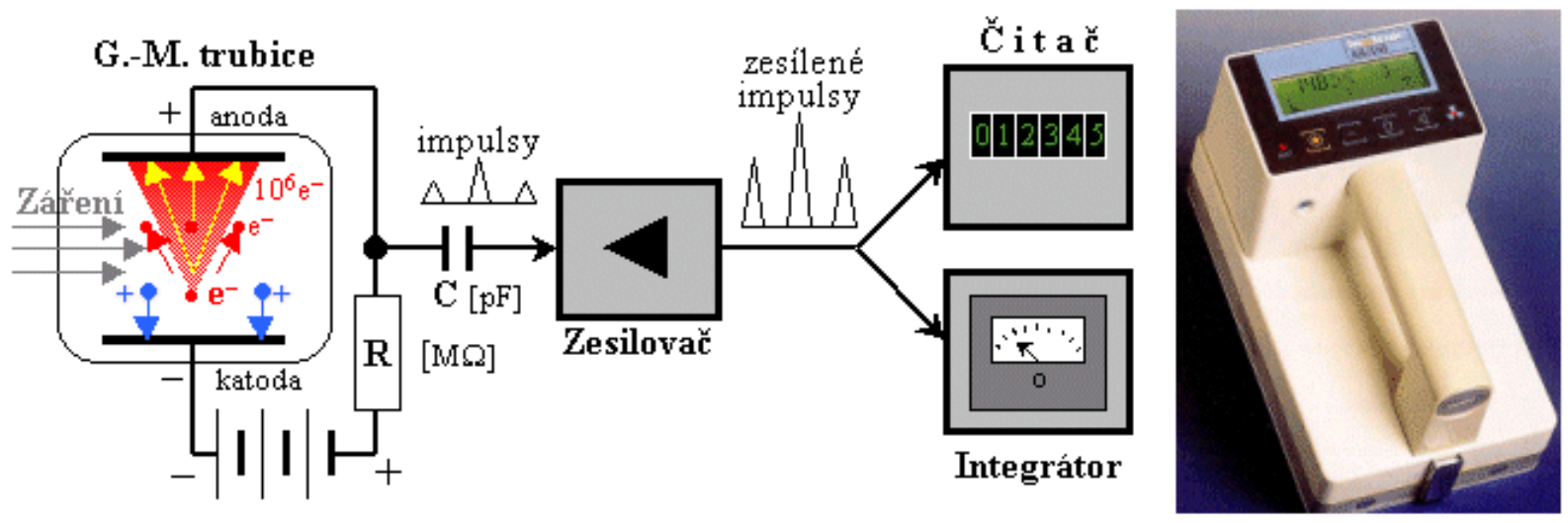
Kiev / Černobyl 2013

Radioaktivita – dozimetry



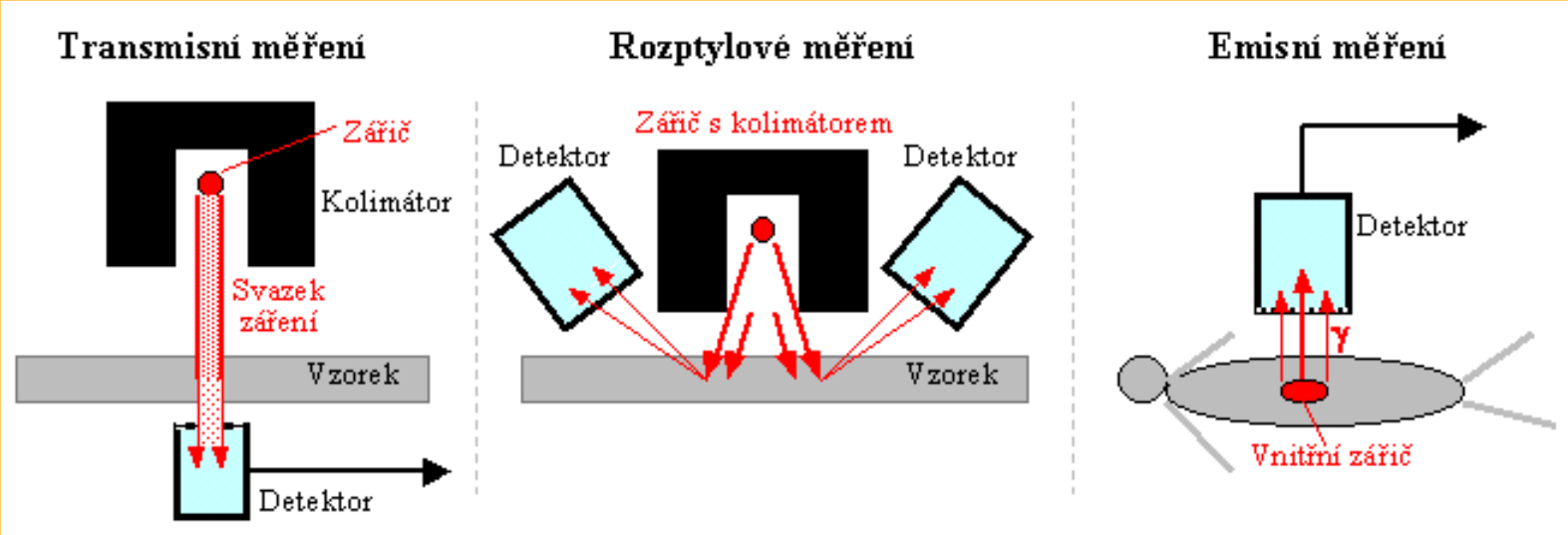
Osobní dozimetry, založené na expozici filmu

Radioaktivita – dozimetry



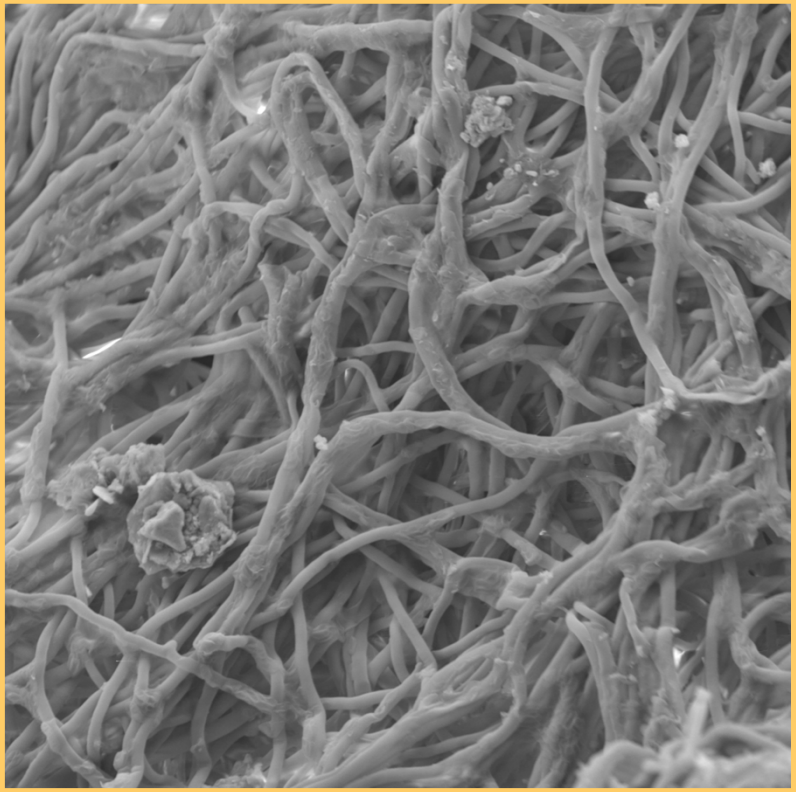
Geiger-Müllerovy dozimetry, založené na ionizaci plynu

Radioaktivita – aplikace v biologii



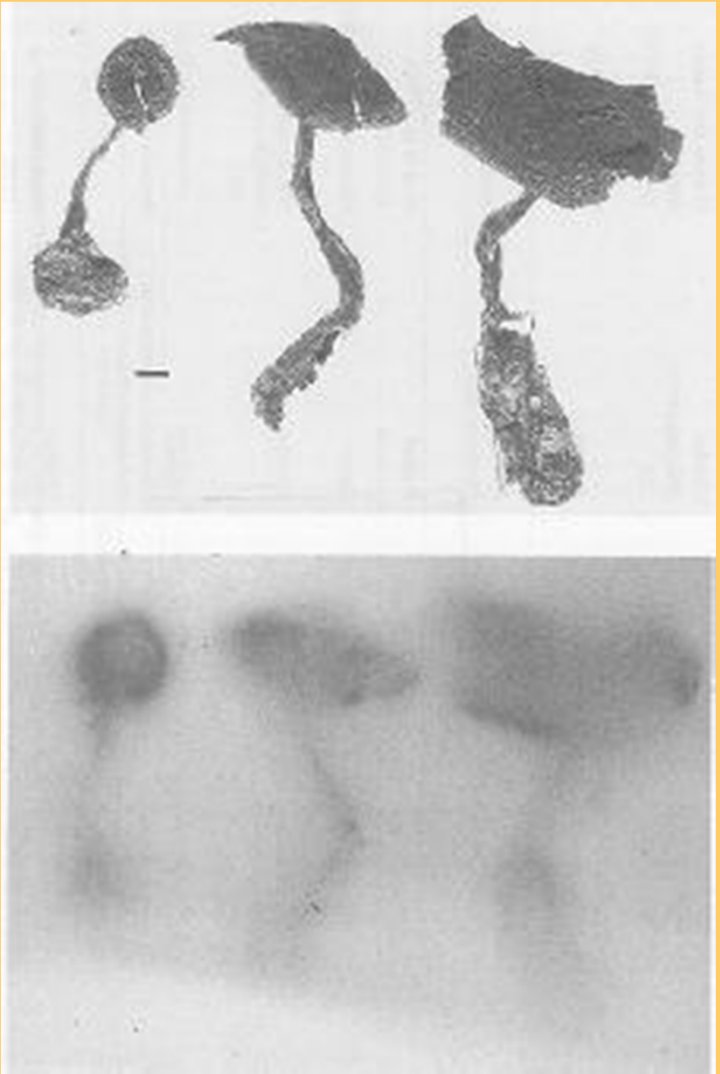
Detekce značených molekul (emisní měření)
Sterilizace materiálu (kobalt)

Biologická vsuvka: bioakumulace prvků (isotopů) v přírodě



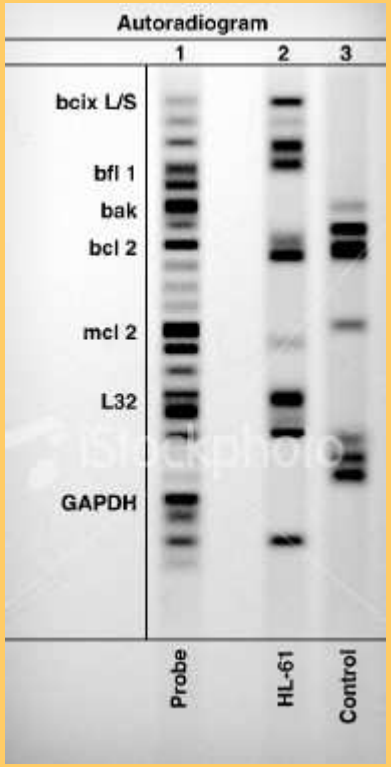
Povrch plodnice houby klanolístky obecné (vlevo) a troudnatce pásovaného (vpravo) s částicemi atmosférické depozice.

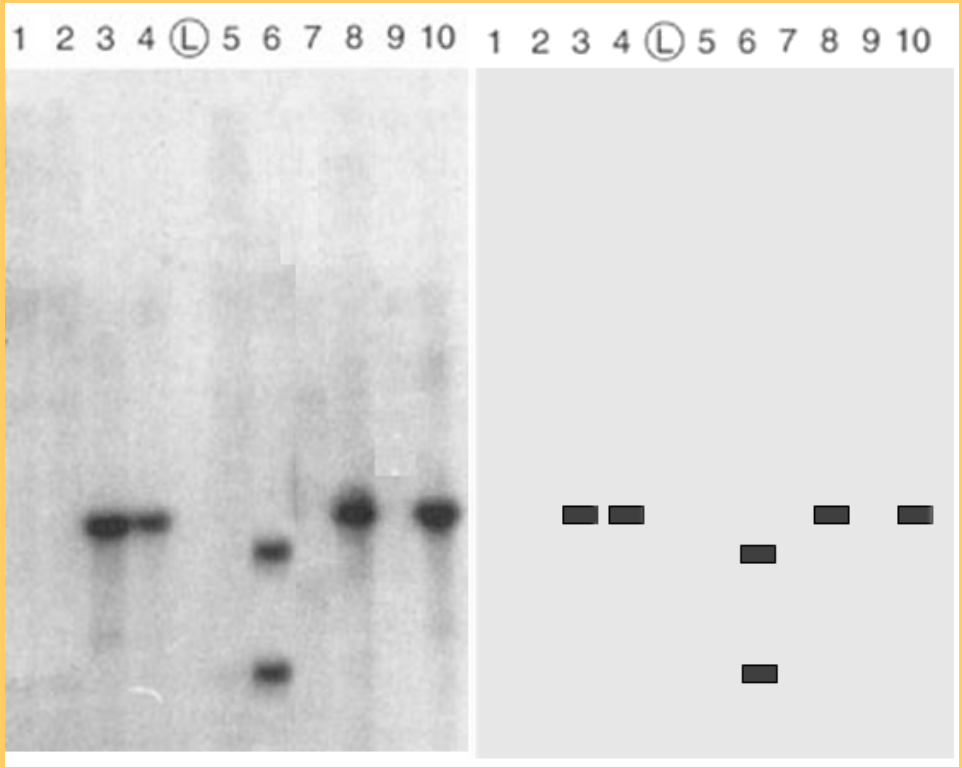
Biologická vsuvka: bioakumulace prvků (isotopů) v přírodě

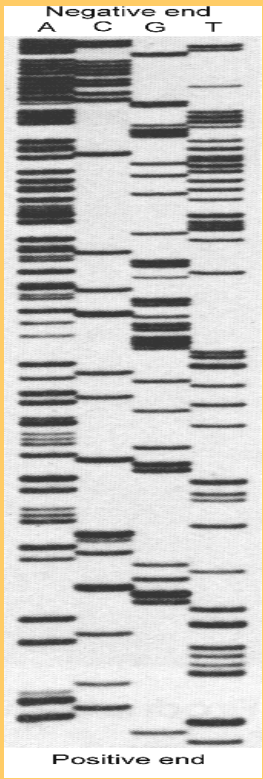


Plodnice pavučince (*Cortinarius* sp.), sbírané ve Finsku r. 1987 (rok po Černobylské havárii).
Fotografie zobrazují plodnice hub – nahoře a jejich autoradiogramy – dole).

Biologická vsuvka: autoradiogramy v elektroforéze







Radioaktivita – předpisy pro praxi

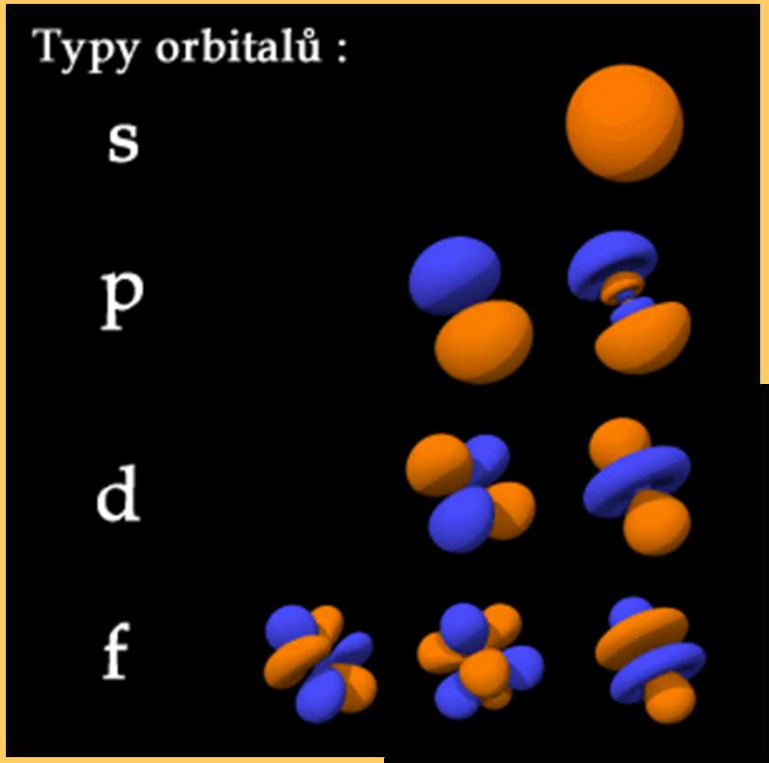
Státní úřad pro jadernou bezpečnost v Praze
(SÚJB)

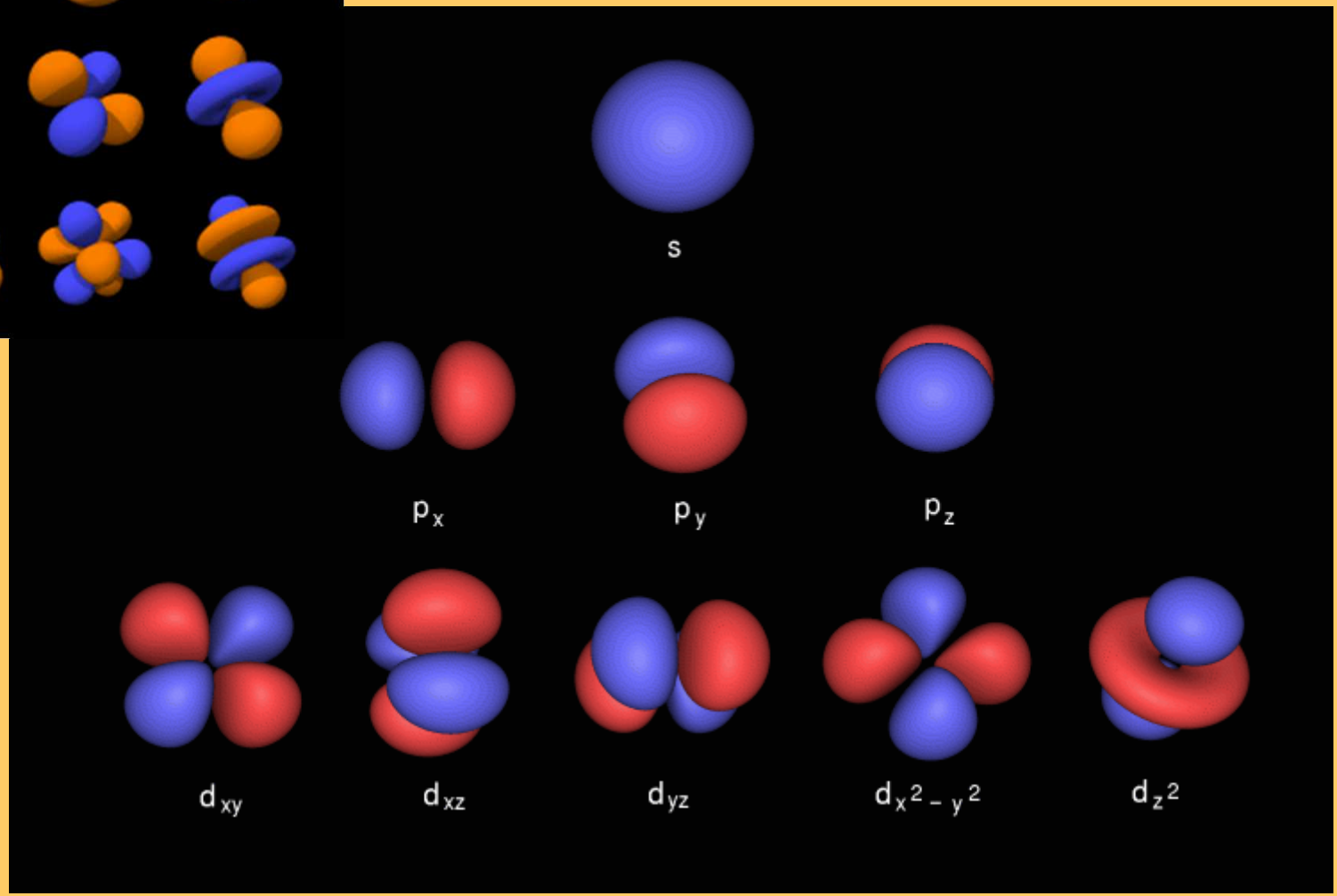
- S radioaktivním materiálem mohou pracovat pouze odborně proškolené osoby
- Práci řídí osoby s atestem SÚJB

- 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 základních vztahů z fyziky (energie a hybnost) se lehce dopracujeme 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.v

Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky

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

$$p = h / \lambda$$

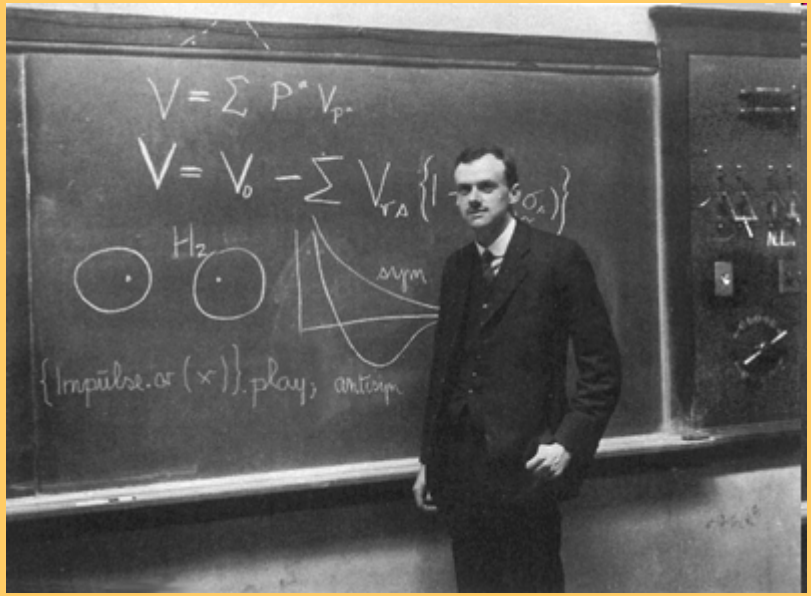
kde λ je vlnová délka ($1/\lambda = \nu$, vlnočet)

h je tzv. Planckova konstanta

Luis de Broglie

Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky

$\hbar = h / 2\pi$ … $1.024 \cdot 10^{-34}$ 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:

$$\Delta p_x \,.\, \Delta x \approx \hbar$$

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

$$P = \Psi . \Psi^*$$

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 Wiliam Rowan Hamilton

v klasické mechanice:
H = T + V (součet kinetické a potenciální energie)

Malá vsuvka z kvantové (vlnové) mechaniky

v klasické mechanice:

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

$T = ½ mv^2 = p^2/2m$ (po dosazení vzorečku pro hybnost)

$V = - e^2/r$ (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:

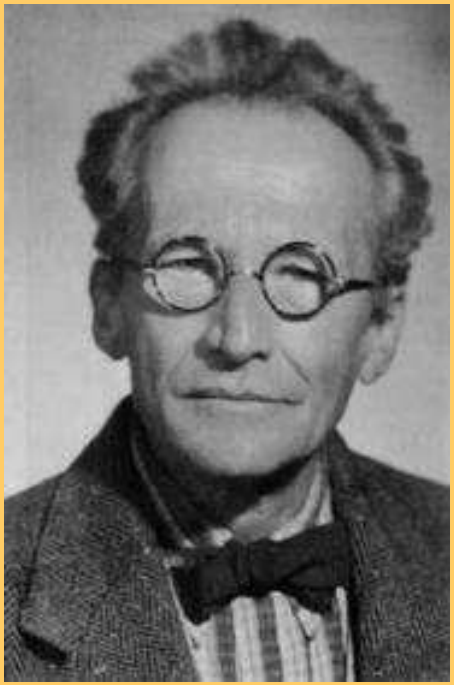
$$[\ (-\hbar/2m)\ \Delta - e^2/r\ ]\ \Psi = E\ \Psi$$

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 zakladatelé:

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 ⇒ zákon zachování hybnosti

V čase ⇒ zákon zachování energie

pootočení

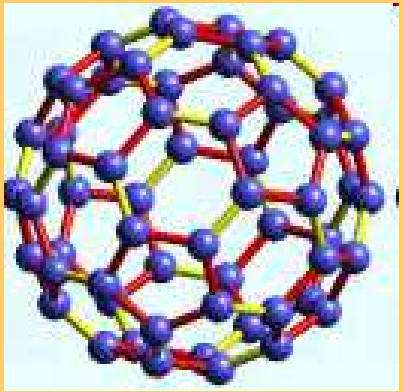
V prostoru ⇒ zákon zachování momentu hybnosti

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

Molekuly

- Molekula je skupina atomů schopných samostatné existence

- 1 atom (He, kovy)
- 2 atomy (N_2)
- 3 atomy (O_3)
- více atomů (P_4, S_8, Fe_{60})



- Molekulová hmotnost je součet atomových hmotností

Chemická vazba - iontová

- Prakticky se rozeznávají vazba iontová, kovalentní, koordinačně-kovalentní a kovová
- Ionty: vznikají z atomů odštěpením e (kation, Na^+), nebo přijetím e (anion, Cl^-)
- Oba prvky si ve sloučenině vzniklé iontovou vazbou upravují své elektronové obaly na konfiguraci podobnou inertním plynům

Chemická vazba - kovalentní

- Některé dvojice atomů mohou elektrony sdílet, čímž dojde také k úpravě obalu na konfiguraci podobnou inertním plynům

- H:H (H-H), <O=C=O>, |N≡N|

- Do dvojných či trojných vazeb vstupují dva druhy elektronů: σ a π

Chemická vazba – koordinačně-kovalentní

- Elektronová dvojice (nutná pro kovalentní vazbu) může být poskytnuta pouze jedním atomem:

$$|NH_3 + H^+ = [NH_4]^+$$

- Též např. voda může poskytnout volný elektronový pár:

$[Cu(H_2O)_4]^{2+}$, kation tetraakvaměďnatý

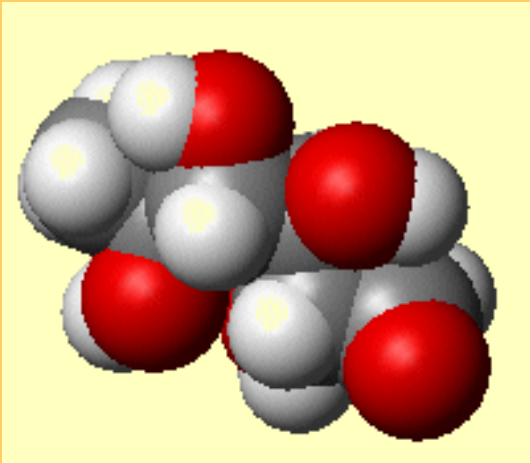
Chemická vazba – vazba kovová, vazba polární

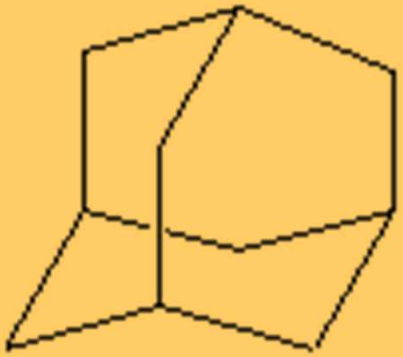
- Kovy snadno uvolňují elektrony, které zůstávají volně pohyblivé (vodivost elektřiny)

- Polární vazba představuje přechod mezi vazbou iontovou a kovalentní

(Elektrony nejsou v molekule rozmístěny tak jednoduše, jak naznačují valenční čárky, nýbrž pravděpodobnostně podle pravidel vlnové mechaniky)

Chemická vazba – modely, vzorce





O sloučeninách a jejich vlastnostech více příště…

Jiří Gabriel (gabriel@biomed.cas.cz)