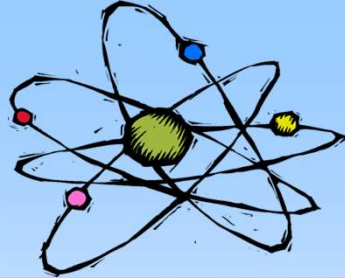


„Nemohu nabídnout nic než krev, dřinu, slzy a pot.

Máme před sebou těžkou zkoušku, nejbolestnější ze všech.

Máme před sebou mnoho, mnoho dlouhých měsíců boje a utrpení.“



Při učení chemie na pomoc ostatních nespolehejte ...

BLANÍK





Cíl předmětu



Zopakovat základní znalosti chemie a doplnit je tak, abyste neměli problém s absolvováním dalších předmětů na textilní fakultě + seznámit vás se základy chemické textilní technologie.

Proto:

- **nejedná se kompletní kurz chemie, ale o vybrané kapitoly (značnou část chemie se vám budu snažit zatajit)**
- **s ohledem na rozsah předmětu a vaše předpokládané nevyvážené znalosti se budeme držet jen na povrchu problematiky**



Dle sylabu



Předmět ujednocuje vstupní znalosti z chemie v míře nezbytné k pochopení principů výroby a údržby textilií.

Je to nezbytný předmět pro pochopení technologie zušlechťování textilií, která je následně vyučována v rámci předmětu „Zušlechťování“.

„Chemie pro textil“ prezentuje chemické základy na textilních příkladech.

V souladu s požadavky na znalosti textilních odborníků se předmět ve velké míře věnuje provozní vodě, povrchově aktivním látkám, barvivům, polymerům, sorpčním a transportním procesům



Přednášky - seznam



1. **ATOMY:** Obecná chemie, atomy, elektrony, elektronový obal atomu, periodická soustava prvků, radioaktivita, izotopy
2. **MOLEKULY:** Chemické vazby (iontová, kovalentní, koordinačně-kovalentní), elektronegativita, mezimolekulové síly, souvislosti mezi strukturou látek a jejich vlastnostmi, chemické vzorce.
3. **SKUPENSTVÍ:** Skupenské stavy (hmota pevná, kapalná, plynná, plazma), skupenské přeměny, výparné a kondenzační teplo vody, základní vlastnosti, disperzní soustavy.
4. **VÝPOČTY:** Výpočty, vyjadřování složení homogenních soustav, příprava roztoků používaných v zušlechťování textilií, titrace.
5. **POVRCHOVÉ JEVY:** Povrchově aktivní látky, disperzní soustavy, ionogenita, praní, smáčení a povrchové jevy.
6. **REAKCE:** Chemické reakce a rovnice, rovnováha a kinetika procesů, chemická termodynamika, katalýza, stechiometrie reakcí a její využití v chemické analýze, oxidace a redukce, bělení textilií.
7. **VODNÉ SYSTÉMY:** Ionty, teorie kyselin a zásad, pH, hydrolýza solí, pufrů, pH indikátory, elektrochemie, rovnováhy v roztocích elektrolytů, silné a slabé elektrolyty, požadavky na provozní vodu v textilním průmyslu, tvrdost vody a její odstraňování.
8. **ANORGANIKA:** Anorganická chemie, názvosloví sloučenin, anorganické chemikálie používané v zušlechťování textilií, toxikologie.
9. **ORGANIKA:** Organická chemie, názvosloví sloučenin, základní typy reakcí v organické chemii, organické chemikálie používané v zušlechťování textilií.
10. **BARVIVA:** Přírodní a syntetická barviva pro barvení textilií, pigmenty, chemismus kypových a reaktivních barviv, spektrometrie, identifikace textilních barviv, opticky zjasňující prostředky.
11. **SORPCE:** Interakce barviv s vlákny, ionogenita barviv, rovnováha sorpce, ovlivnění rychlosti barvení textilií, difúzní procesy, *aplikace barviv*, stálosti vybarvení
12. **POLYMERY:** Polymery, nadmolekulární struktura a fyzikální stavy polymerů, syntéza polymerů, modifikace, aditiva, využití v textilním oboru (zahušťovadla, pojiva, vlákna...), roztoky polymerů, reologie.
13. **VLÁKNA:** Přírodní polymery, proteiny a polysacharidy, zdroje, aplikace, vlastnosti, degradace, identifikace polymerů.



Doporučená literatura



- 1) Machaňová, D.- Prášil, M. : Textilní chemie – návody na cvičení. Skripta, Liberec 2008
- 2) Prášil, M.: Textilní chemie - www.ft.tul.cz (studijní materiály)
- 3) Červinka, O. a kol.: Organická chemie
- 4) Mleziva, J.: Základy makromolekulární chemie

Optimum = tyto přednášky

**Nespoléhejte se jen na wikipedii
nebo jiné nejisté elektronické zdroje**





Zápočet



-za účast na laboratorních cvičeních, vypracování protokolů, semestrální práci, zápočtový test

Seminární práce: 100 *jednoduchých* otázek

(odpovědi lze nalézt v těchto přednáškách), které si doma písemně vypracujete a pak odevzdáte,

10 z těchto otázek bude zápočtovým testem, nutná 90% úspěšnost



Cvičení



Seminární

1. Vyjadřování koncentrace, příprava a definice roztoků v chemii, příprava a definice roztoků v chemické technologii textilní.
2. Bezpečnost práce v laboratořích, laboratorní technika, test znalostí.

Laboratorní

1. Titrační stanovení koncentrace H_2O_2 a $NaClO$, důkaz kovových kationtů na vláknech a jejich vliv na bělení, chemické poškození celulózy.
2. Barviva pro barvení a tisk textilií, příprava azobarviva, reaktivní barviva, kypová barviva, disperzní barviva.
3. Povrchově aktivní látky, výroba mýdla zmýdelněním tuků, vlastnosti vodných roztoků mýdel, povrchové napětí, stanovení ionogenity, dispergační vlastnosti povrchově aktivních látek.
4. Tvrdost vody - stanovení tvrdosti, odstranění tvrdosti, měření pH, neutralizace, příprava vláken z roztoku celulózy.



Několik neoficiálních doporučení pro provádění experimentů v laboratoři



Pokud pokus funguje, je někde chyba.

Pokud nevíš, co děláš, dělej to šikovně.

Pokusy musí být opakovatelné, musí vždy selhat stejně.

Zkušenost je přímo úměrná množství zničeného vybavení.

Vždy si zaznamenávej informace o pokusech, je to známka toho, že jsi něco dělal.

Pro zjednodušení práce v laboratoři je dobré sepsat si výsledky s dostatečným předstihem.

Nevěř na zázraky – spoléhej na ně.

Všechny neoznačené kádinky obsahují rychle působící a extrémně toxické jedy.

Žádný pokus není zcela neúspěšný, vždycky může sloužit jako odstrašující případ.

Horké sklo vypadá přesně stejně jako studené

Zkratka „jed.“ znamená jedovaté, nikoli jedlé, jak se někteří vaši bývalí spolužáci mylně domnívali.





Zkouška



Písemný test znalostí z přednášek + ústní zkoušení

cca 70 otázek (výběr z 5 možností) – pro úspěšné složení zkoušky je třeba odpovědět 60 %



– Někteří prý u zkoušky sotva prošli a ten náš, kluk nadaný, prý přímo proletěl.

... pokud se z paměti naučíte spoustu chemických vzorů, tak to nemusí stačit, ale pro začátek je to dobré...

Otázky jsou zaměřeny na celkový přehled a chápání problematiky !

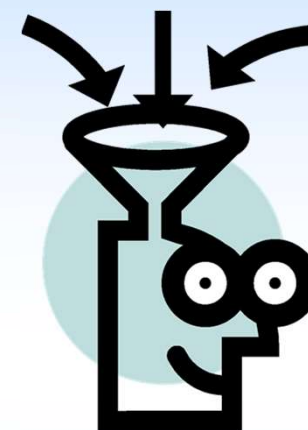


Chemie pro textil = TEXTILNÍ CHEMIE



!!! DŮLEŽITÉ !!!

Nikdo se nenaučí chemii pouze čtením nebo občasným posloucháním na přednášce !!!



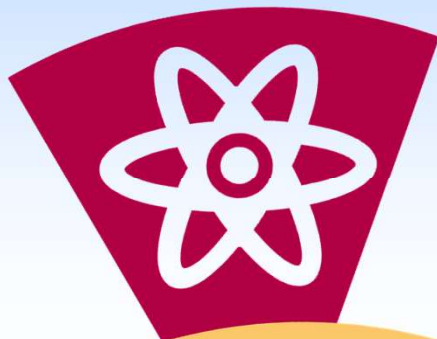
Doporučení: **psát rovnice a vzorce**
+ snažit se porozumění principům a pochopit souvislosti

Ano, je pravda, že chemie se v mnohém podobá vaření. Ale v chemii **NIKDY NEOLIZUJEME LŽIČKU!**





Semafor důležitosti



Červená = „důležité“ (stránka obsahuje klíčové informace)



Oranžová = „selektivně“ (stránka obsahuje doplňkové informace)



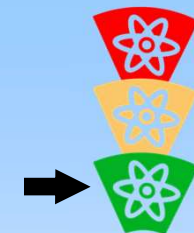
Zelená = „nepodstatné“ (odbočky, ilustrační příklady, připomenutí základů)



Fialově jsou Ftipy



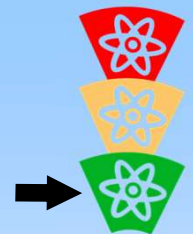
Obsah dnešní přednášky



- **Co je to chemie**
- **Atomy – jádro a orbitaly**
- **Periodická tabulka prvků**



Chemie



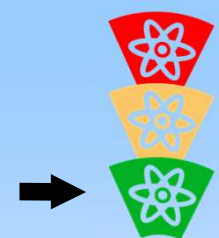
- **Analytická chemie**
 - *Analytická chemie* se zabývá analýzou vzorků látek, s cílem porozumět jejich chemickému složení a struktuře.
- **Biochemie**
 - *Biochemie* studuje chemické složení, chemické reakce a vzájemné vztahy chemických individuí, které se odehrávají v živém organismu.
- **Anorganická chemie**
 - *Anorganická chemie* studuje vlastnosti a reakce anorganických sloučenin.
- **Organická chemie**
 - *Organická chemie* studuje strukturu, vlastnosti, složení a reakce organických sloučenin
- **Fyzikální chemie**
 - *Fyzikální chemie* se zabývá fyzikálním popisem chemických systémů a procesů. Zvláště pak energetickým popisem chemických přeměn. Studuje chemickou termodynamiku, chemickou kinetiku, elektrochemii, statistickou termodynamiku a spektroskopii.

Dále pak existují:

- Biofyzikální chemie, Farmaceutická chemie, Geochemie, Petrochemie, Chemie silikátů, Chemie atmosféry, Chemie životního prostředí, Agrochemie, Jaderná chemie, Lékařská chemie, Makromolekulární chemie, Termochemie a **Textilní chemie** ...



Co je to chemie



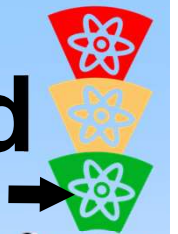
Chemie je věda, která se zabývá vlastnostmi, složením, přípravou, strukturou látek a jejich vzájemnými interakcemi

Chemie sleduje chování látek na úrovni atomů a molekul, interakce na ostatních úrovních sleduje fyzika

...



Co jsou to atomy / historický úvod



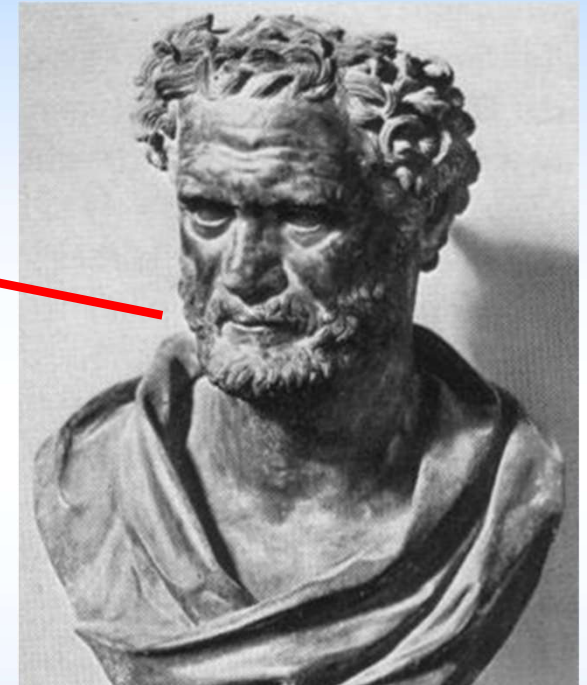
Látky je možné dělit na stále menší kousíčky až po určitou mez danou velikostí nedělitelných tělísek.

Tělíska nazval **atomy**

Roku 1808 John Dalton provedl pokusy, které dokázaly:

Látky jsou tvořeny atomy

„ATOMOS“ = nedělitelný



Démokritos

460 – 322 př.n.l.

Jak jsou atomy velké? Jde rozdělit zrnko písku na menší kousky?



Rozměry

mm = milimetr = 10^{-3} m

μ m = mikrometr = 10^{-6} m

nm = nanometr = 10^{-9} m

Z Řečtiny: nano = trpaslík

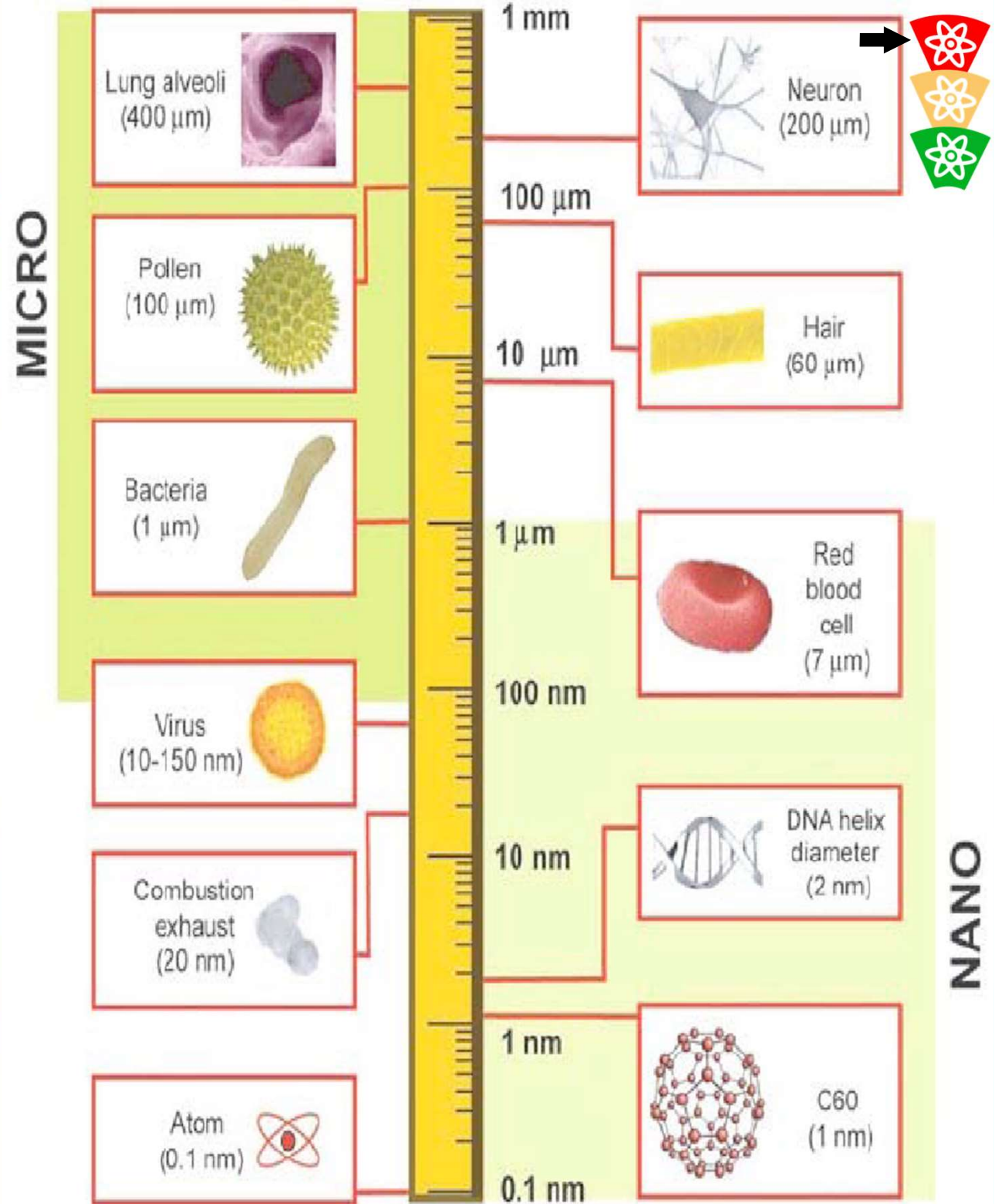
1 nm = 10^{-9} m

= 40% šířky molekuly DNA

= naroste nehet za 1 vteřinu

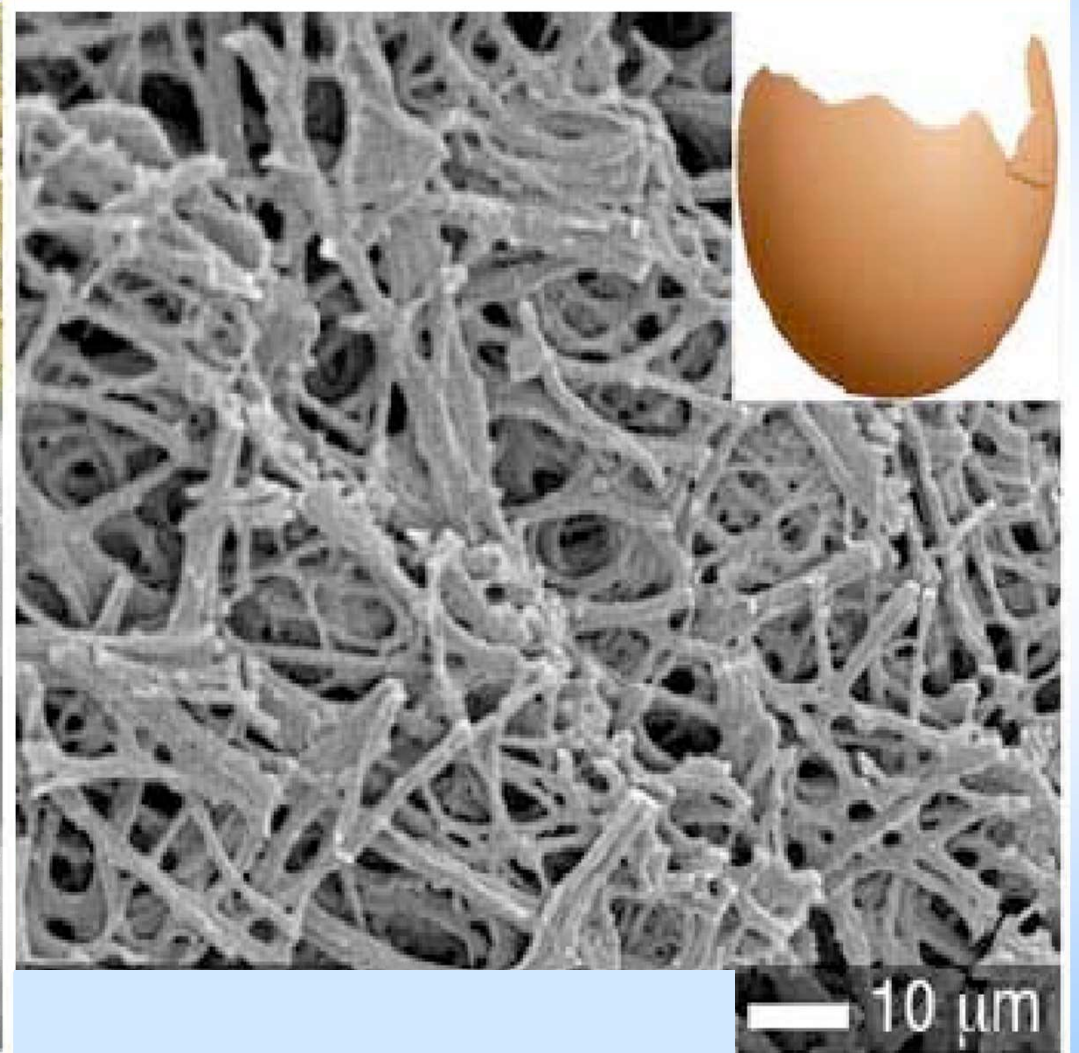
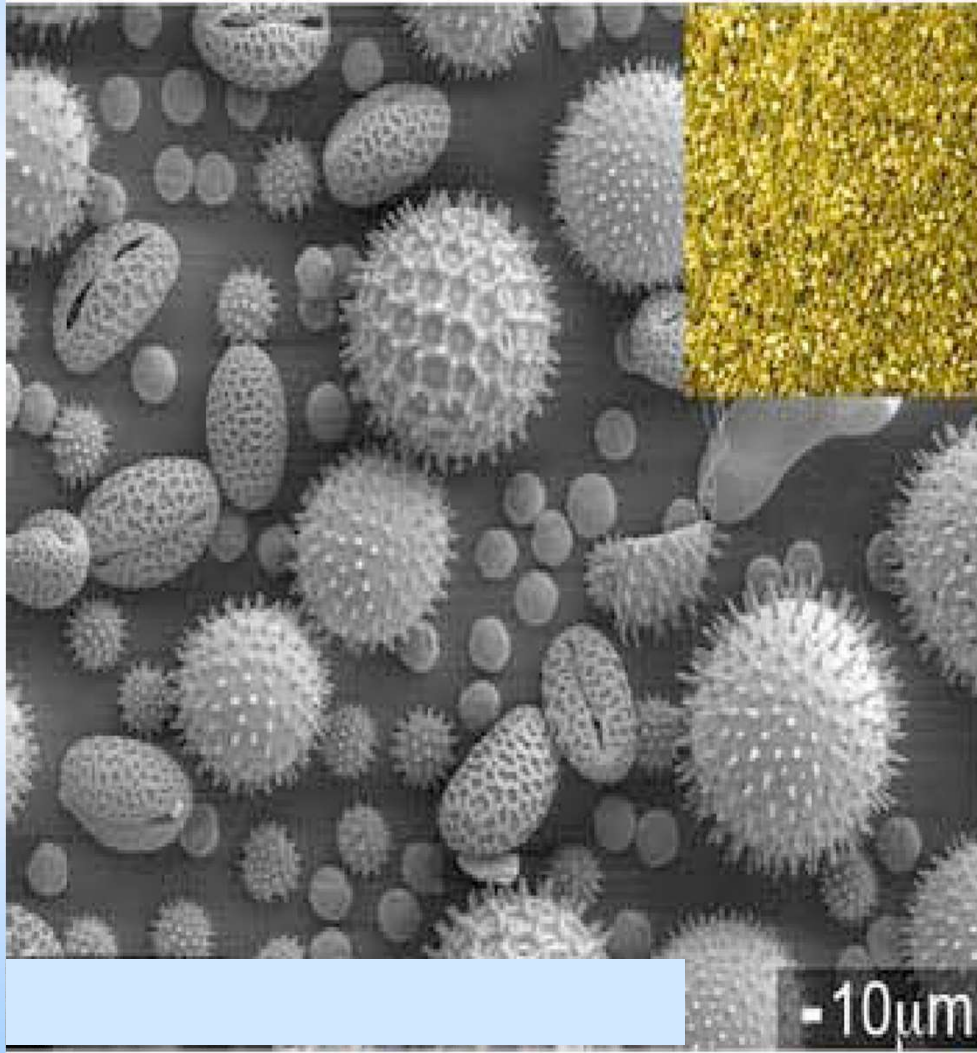
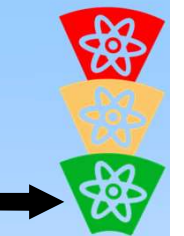
= 10x průměr vodíkového atomu

= 1 / 30000 lidského vlasu

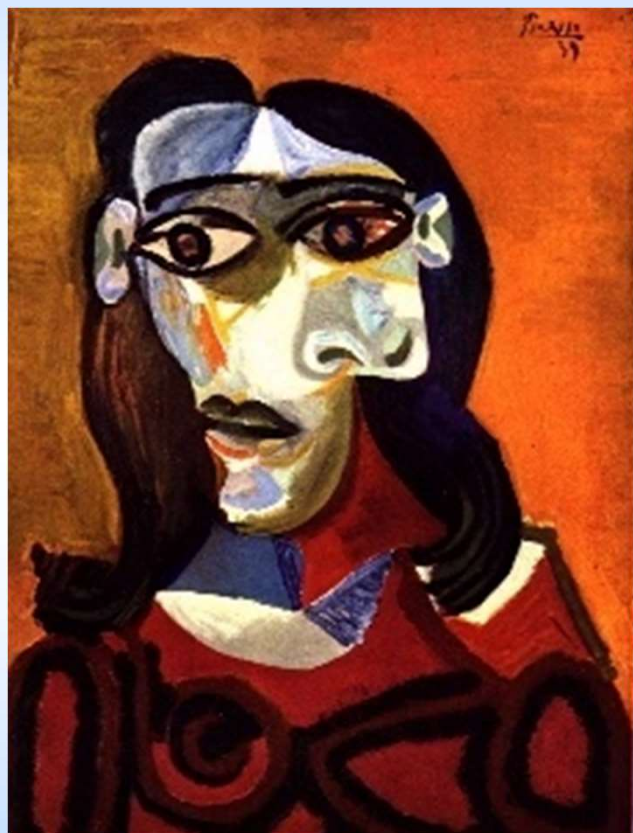
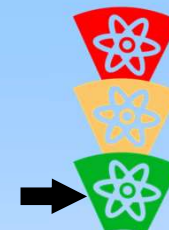




Rozměry



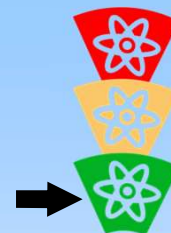
Jak vypadají atomy ?



- Mladou ženu jsme už všichni viděli, tak můžeme diskutovat o věrnosti tohoto portrétu. 😊
- Atom v potřebném měřítku neviděl dosud nikdo a podle současných představ to je i nemožné.
- Podle principu neurčitosti, by bylo možné pouze stanovit pravděpodobnost, že se například v určité oblasti vyskytuje elektron.

Toto je obraz mladé ženy od Pabla Picassa. Myslíte, že opravdu vypadala takto?

Kvantová mechanika, fyzika elementárních částic



Werner Karl Heisenberg (1901 – 1976) byl německý fyzik, nositel Nobelovy ceny z roku 1932

V roce 1927 formuloval slavný princip neurčitosti, který teoretické hranice naší schopnosti provádět vědecká měření.

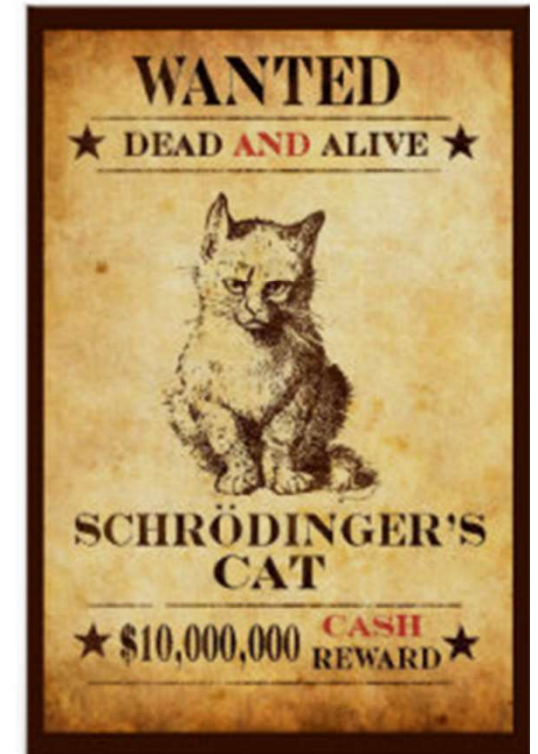
U elementárních částic nelze zjistit současně polohu i rychlost.



Proč Heisenberg tak nerad jezdil autem? Protože když se podíval na tachometr, pokaždé se ztratil.



Kvantová mechanika, fyzika elementárních částic

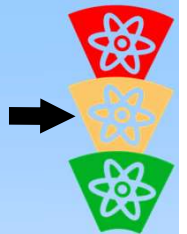


Paní Schrödingerová říká manželovi: „Erwine, cos dělal s tou kočkou? Vždyť je napůl mrtvá!“





Velikost atomů



**Od 0,001
mikrometru**



**Od 1
mikrometru**

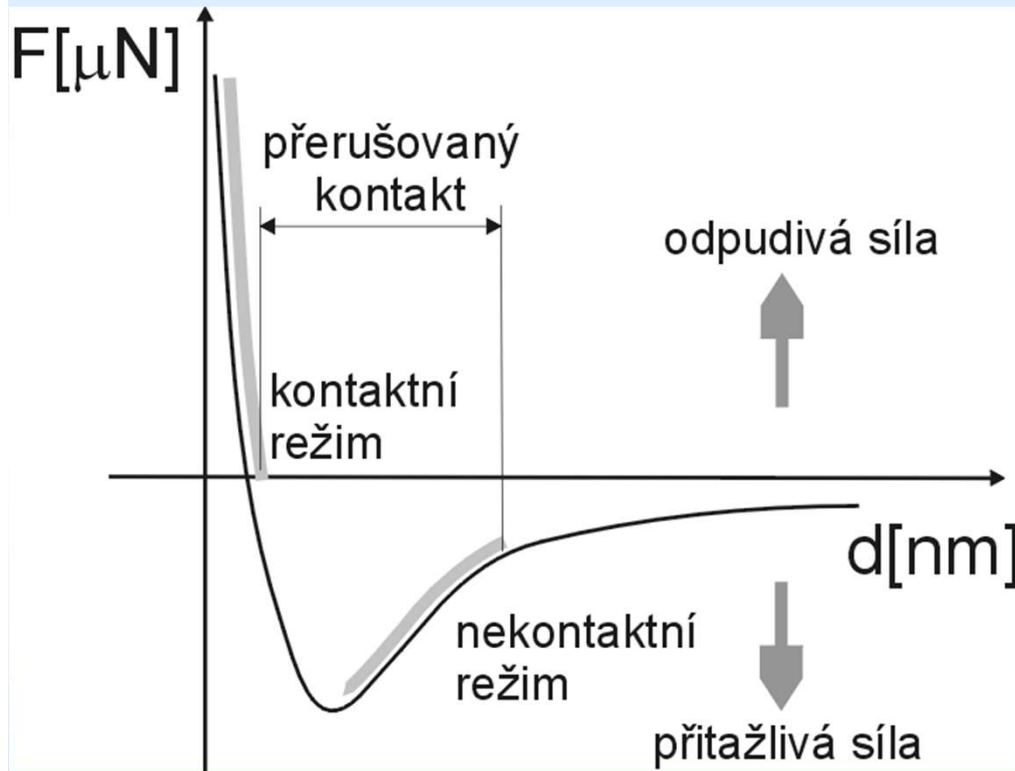
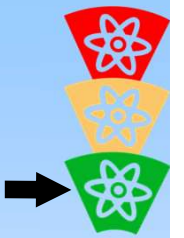


**Od 50
mikrometru**

Čím můžete pozorovat atomy (rozměry cca 0,1 nm) ?

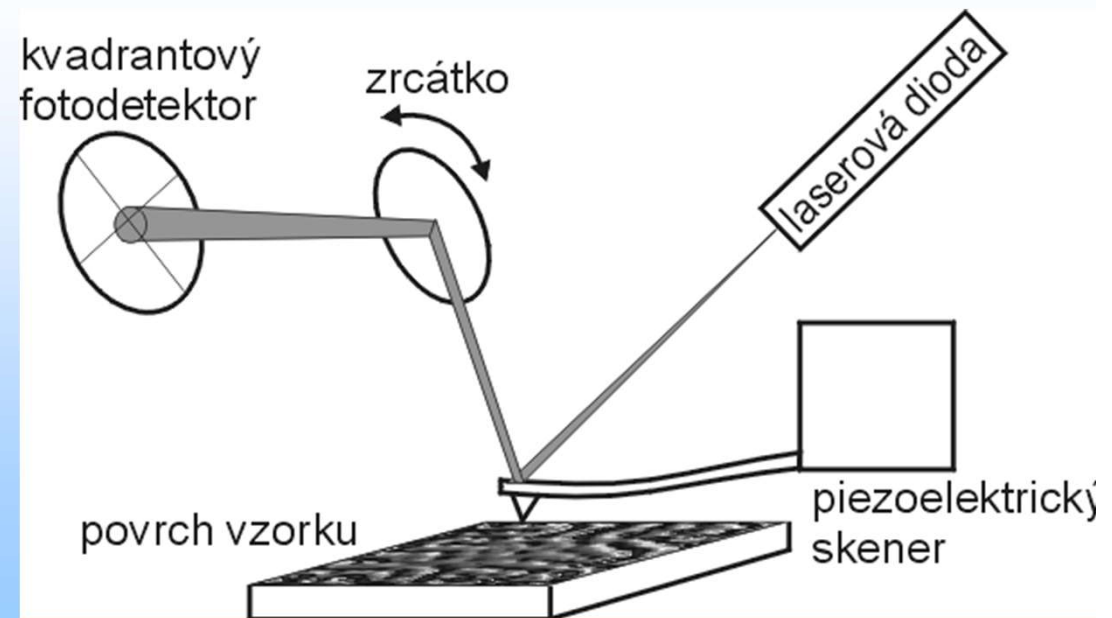


Analýza povrchu – mikroskopie skenující sondou



Pohyb raménka:

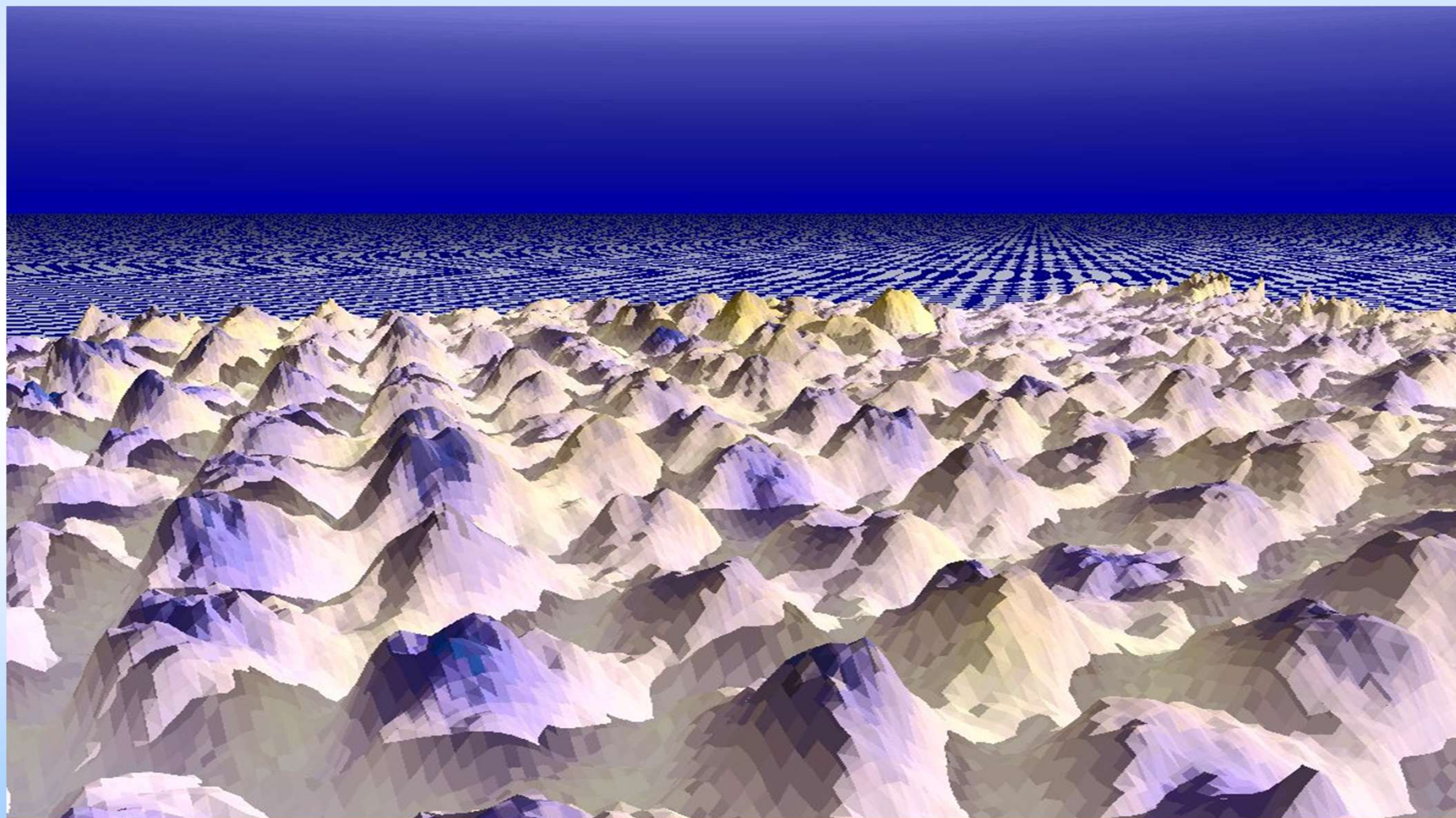
- $F_W \approx 10^{-12} \text{ N}$, $d \approx 100 \text{ nm}$,
raménko kmitá s $f_r \approx 200 - 400 \text{ kHz}$



Mikroskopie atomárních sil (AFM)
*1986

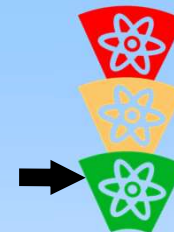


Analýza povrchu – skenovací mikroskopie



Řady uhlíkových atomů na povrchu grafitu

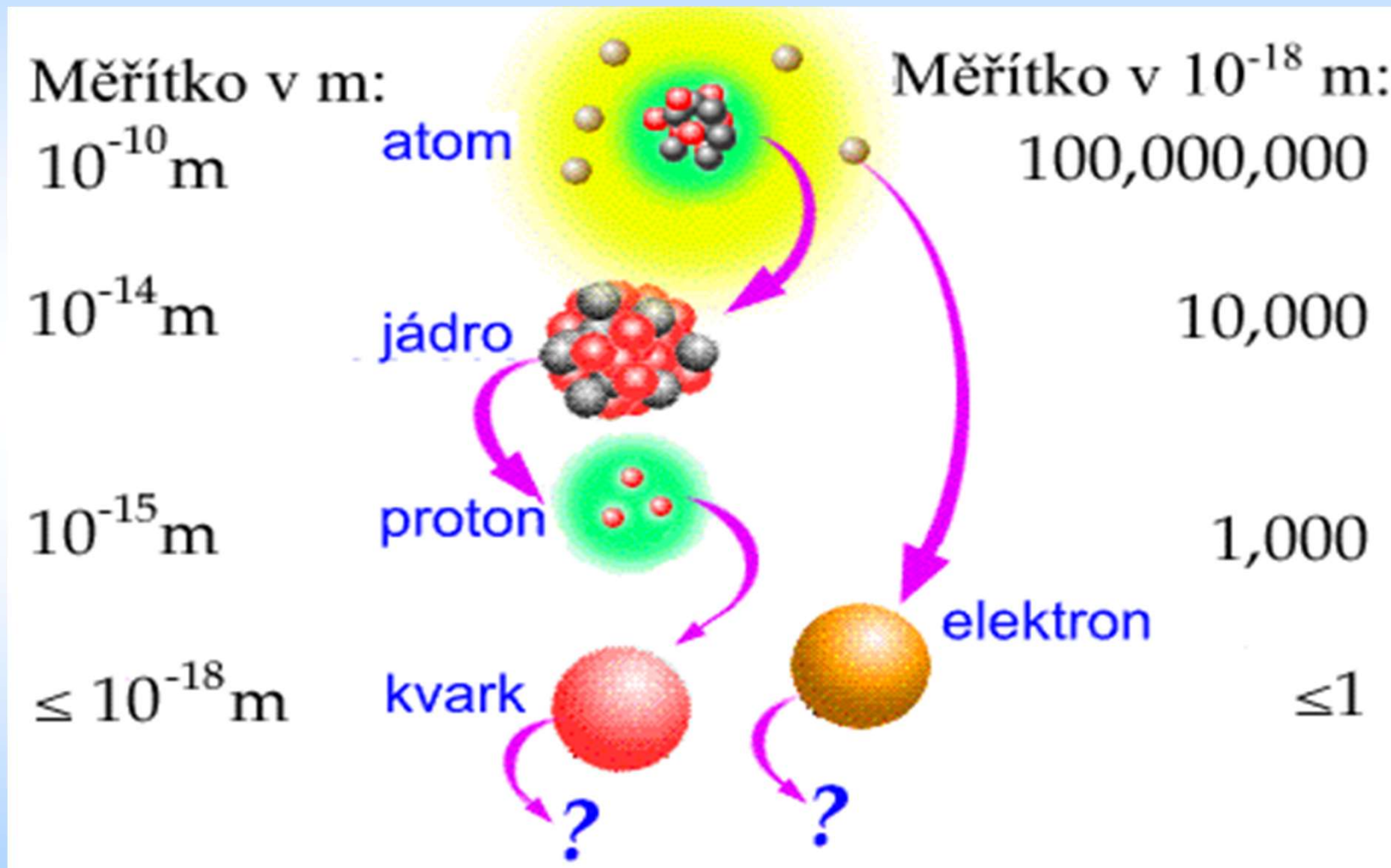
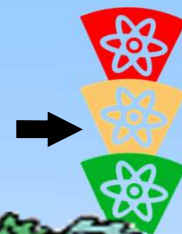
Srovnání velikosti atomů a makrosvět



Pro získání velmi hrubé představy, kolik částic makroskopická tělesa obsahují, několik příkladů:

- bude-li se z kapky vody o objemu odpařovat každou **sekundu** milion molekul, bude se celá kapka odpařovat déle než milion let;
- seřadíme-li všechny atomy obsažené v 1 kg železa těsně vedle sebe do řady, bude délka této řady bilion kilometrů;
- vypustí-li motýlí sameček 1 mg feromonu ($M_r = 600 \text{ g/mol}$) do vzduchu o objemu 1 km^3 , najde samička v každém litru vzduchu milion molekul této látky;

Velikost atomů



Zrnko písku – průměr 1 mm (10^{-3} m) ... to odpovídá 10^7 atomů



Subatomární částice



částice

hmotnost
 $9,1 \cdot 10^{-28} \text{ g}$

Elektrický náboj
 $1,6 \cdot 10^{-19}$
Coulomb

Elektron (e^-)

1

-1

Proton (p)

1840

+1

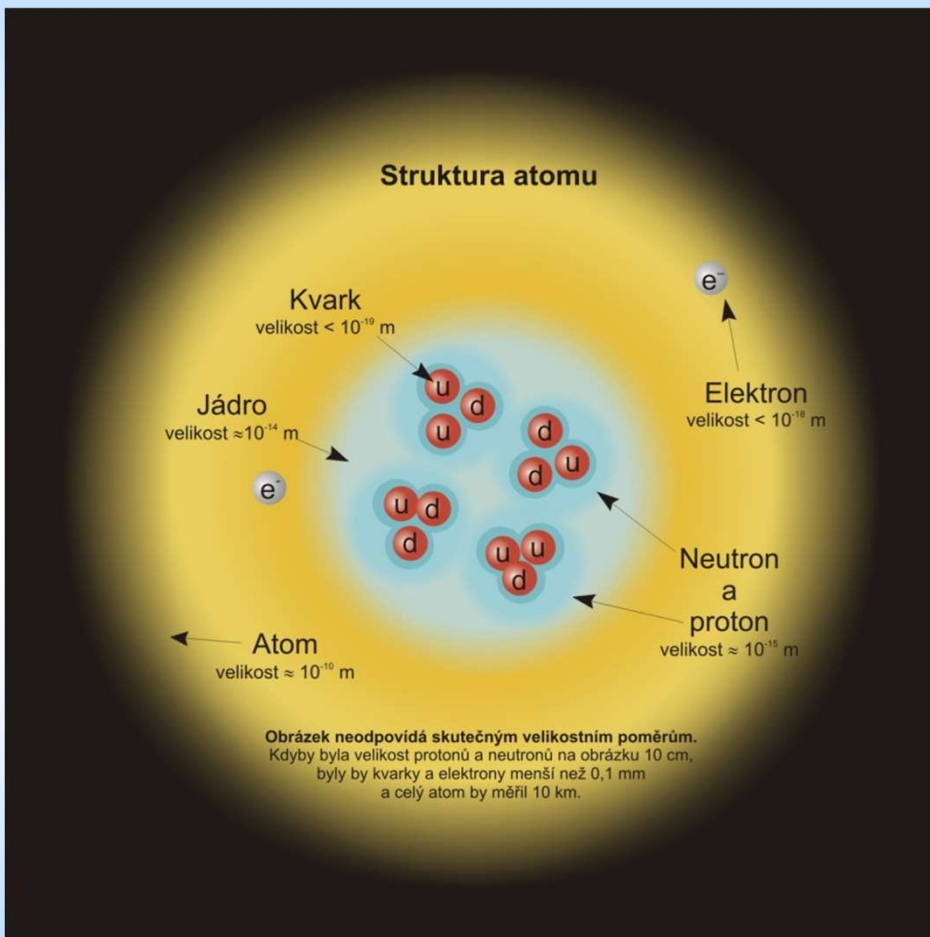
Neutron (n)

1840

0



Kvarky



V roce 1964 vyslovili Gell-Mann a Zweig novou revoluční myšlenku, že téměř všechny částice jsou složeny z malého počtu druhů ještě menších objektů nazvaných kvarky, které musí mít elektrické náboje $+2/3$ a $-1/3$ náboje protonu.

Kvarky		spin = 1/2	
Vůně		Přibližná hmotnost GeV/c ²	Elektrický náboj
u	up	0.003	2/3
d	down	0.006	-1/3
C	charm	1.3	2/3
S	strange	0.1	-1/3
t	top	175	2/3
b	bottom	4.3	-1/3

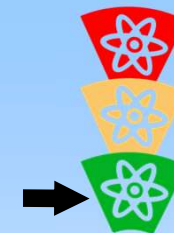
experimenty na urychlovačích ukázaly, že kvarky s předpokládanými vlastnostmi skutečně existují

Důvěrně známý svět kolem nás je složen téměř jen z kvarků *u* a *d*.

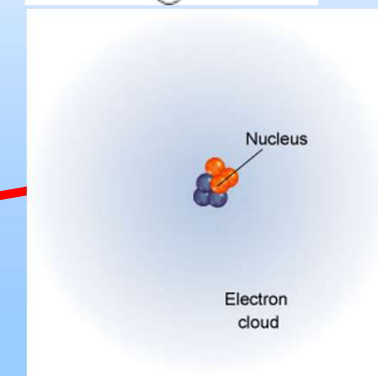
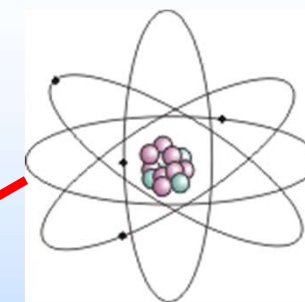
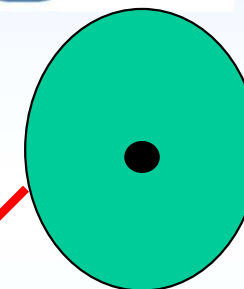
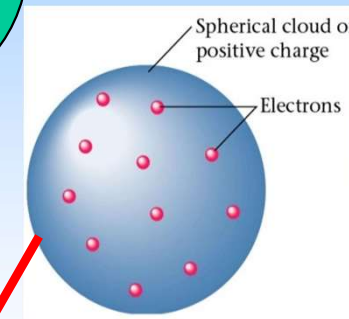
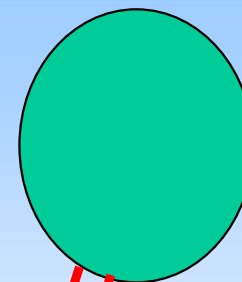
kvarky – *s*, *c*, *b* a *t* jsou nestabilní



Modely atomů

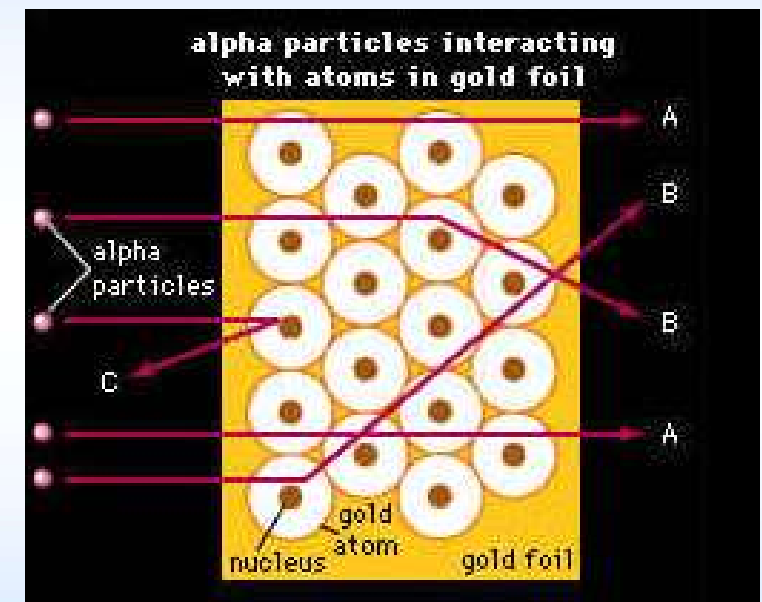
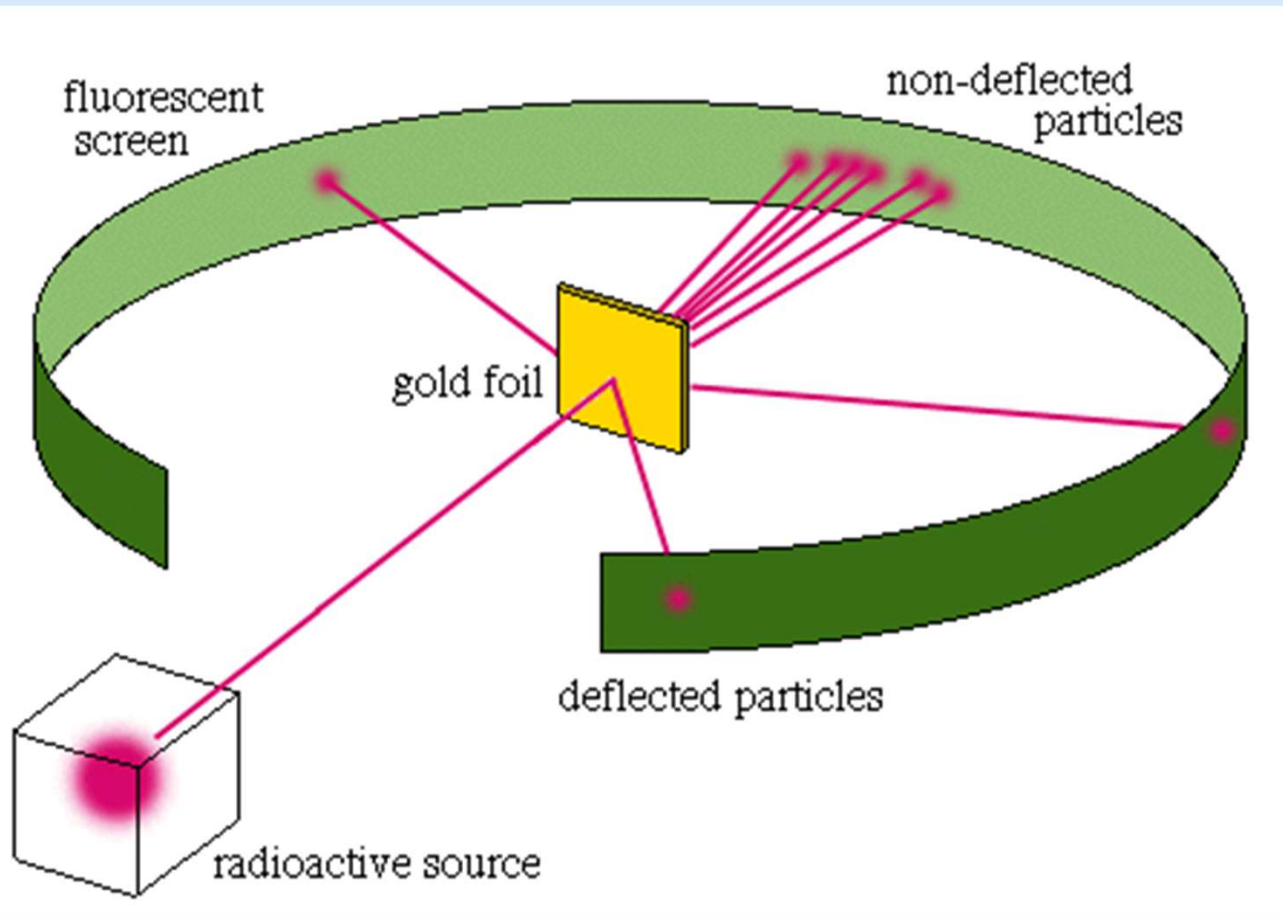
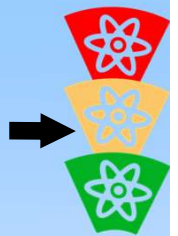


Atom	homogenní	Electrony	Jádro	Orbitaly	Elektronový oblak
starořecký	X				
Dalton	X				
Thomson		X			
Rutherford		X	X		
Bohr		X	X	X	
vlnový		X	X		X





Rutherfordův experiment se zlatem



Okolo roku 1900

Zlatá fólie + alfa částice (jádra hélia)



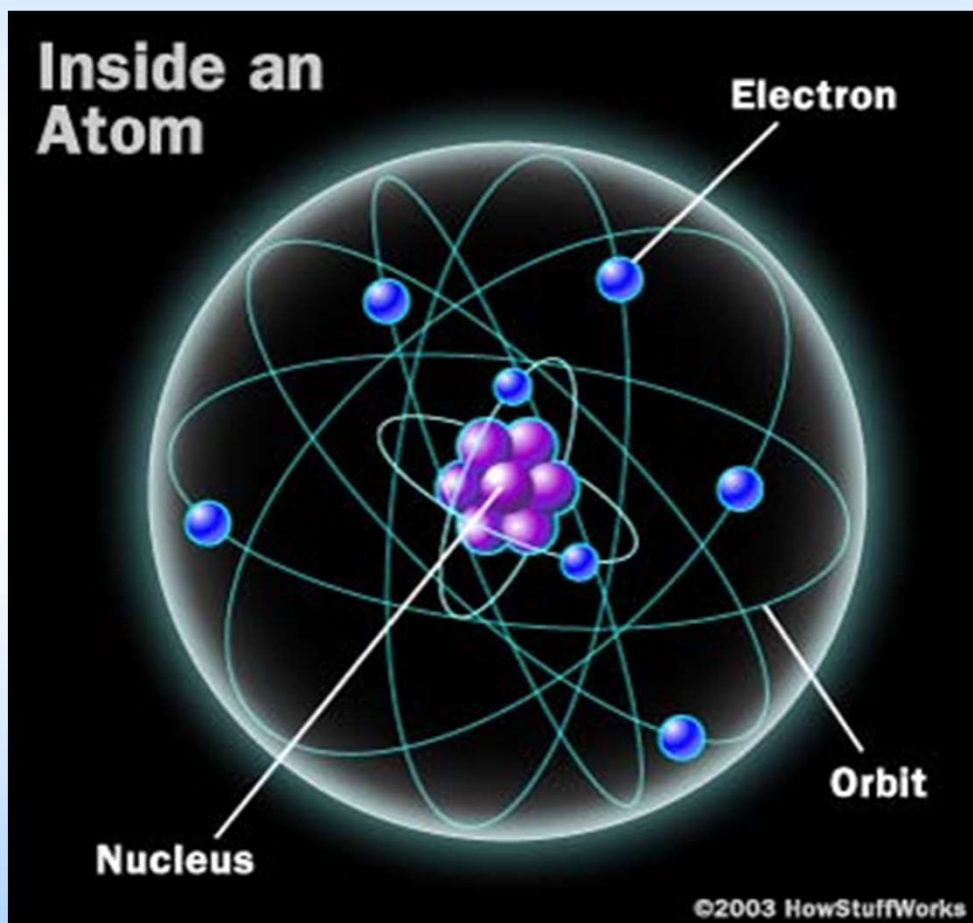
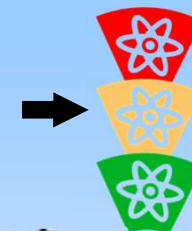
Srovnání velikosti atomu a jádra



Model atomu: průměr jádra atomu 10 cm / průměr atomu 100 m



Základní model atomu



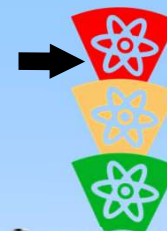
Jádra atomů jsou z nukleonů (protonů a neutronů)

Nejjednodušším atomem je atom vodíku, jehož jádro je tvořeno protonem a kolem jádra obíhá jeden elektron

částice	hmotnost $9,1 \cdot 10^{-28}$ g	Elektrický náboj $1,6 \cdot 10^{-19}$ Coulomb
Elektron (e^-)	1	-1
Proton (p)	1840	+1
Neutron (n)	1840	0



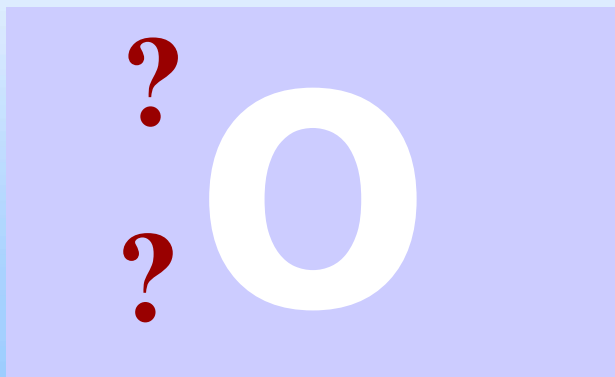
Základní model atomu



Atomová hmotnost =
nukleonové číslo



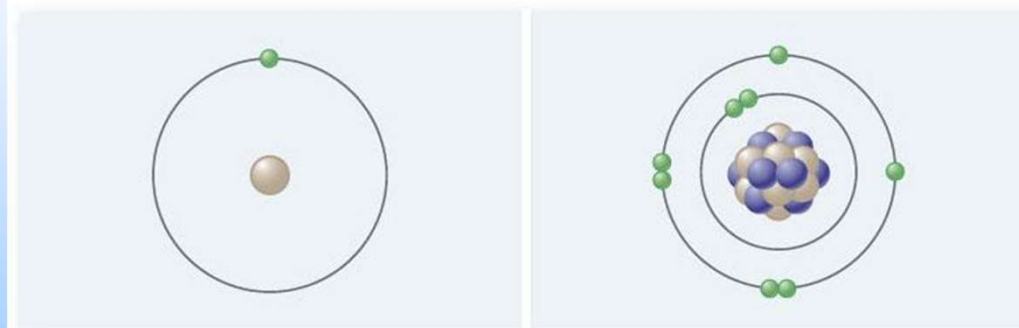
Atomové číslo =
protonové číslo



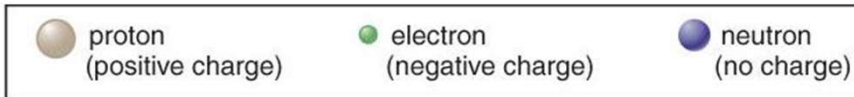
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Hydrogen	Oxygen
1 Proton 1 Electron	8 Protons 8 Neutrons 8 Electrons

a.



b.





Sestavte si vlastní atom



? X ?

Potřebujeme:

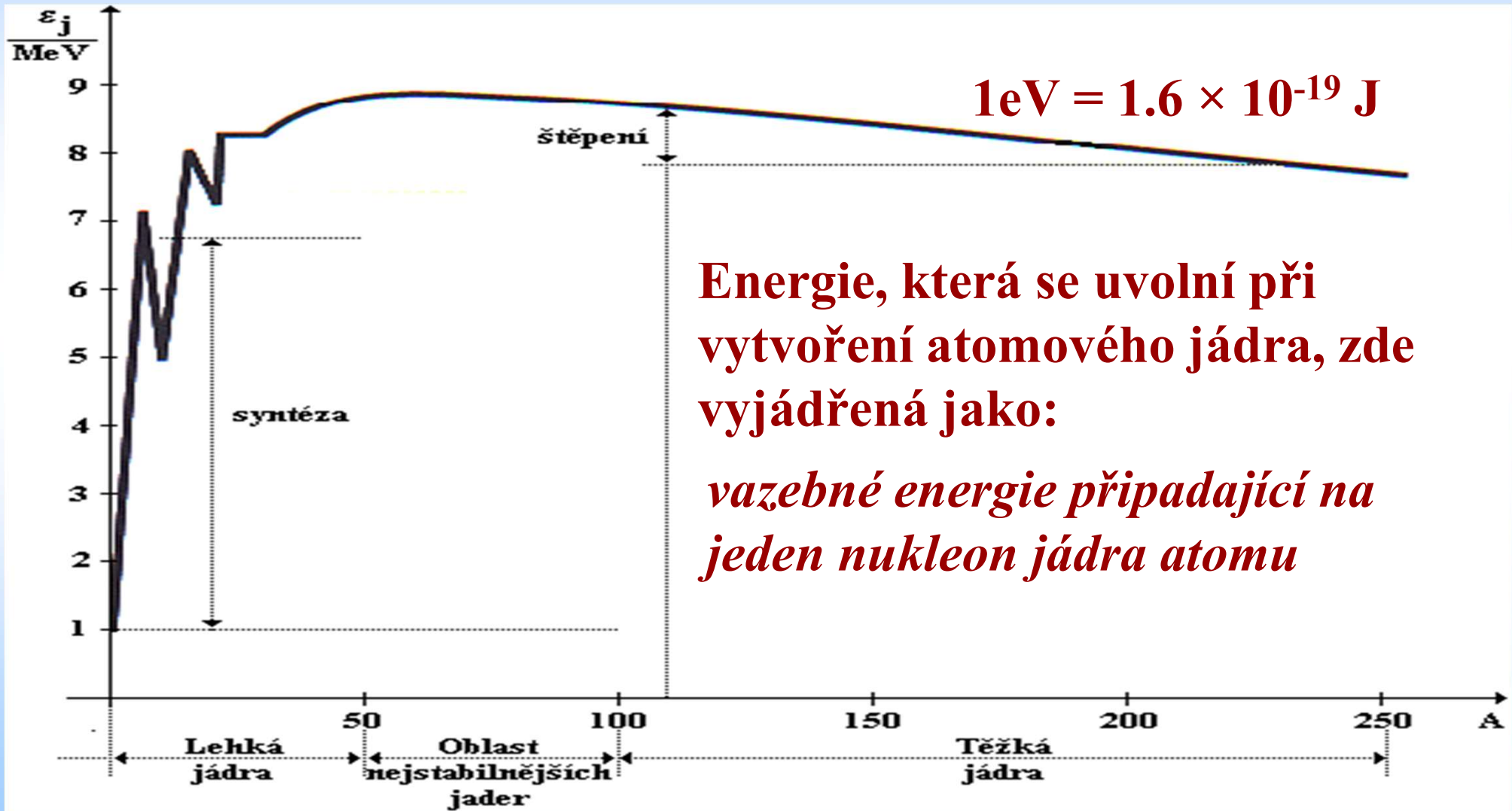
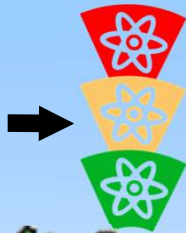
protony
neutrony
elektrony

Postup:

- 1) nejprve si musíme určit, který prvek stavíme – podle toho si připravíme protony
- 2) Pak smícháme protony zhruba 1:1 s neutrony (přesný poměr si najdeme v tabulkách – hledáme nejstabilnější izotop) a uhněteme z této hmoty jádro – pozor uvolní se velké množství energie ve formě gama záření !!!
- 3) K takto připravenému jádru přidáme elektrony v počtu použitých protonů – samy si najdou orbitaly s nejnižší energií (elektrony si odpočítejte předem)

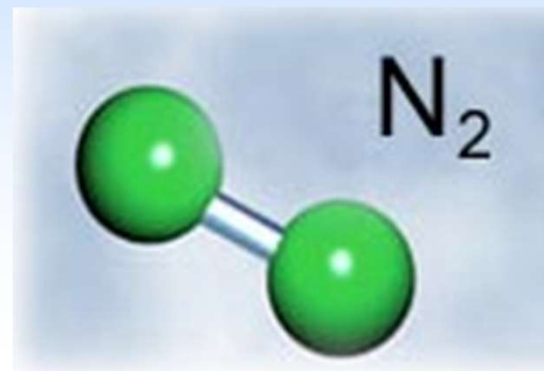
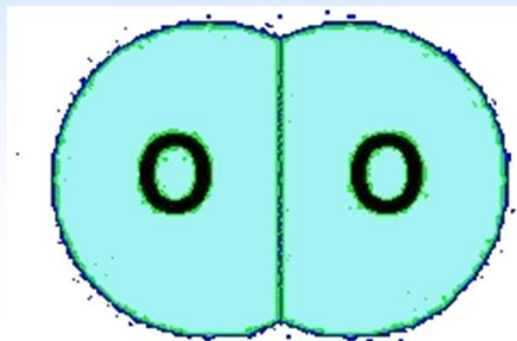
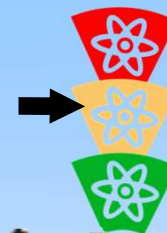


Vazebná energie jádra





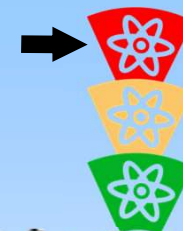
Prvek



- Látka, jejíž atomy jsou všechny stejné (mají stejné počty protonů), je PRVEK
- každý prvek má svou značku
- dnes jich známe 118 (zatím poslední je „ununoctium 118“)



Prvek

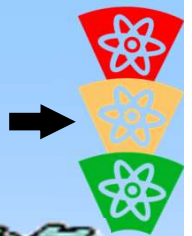


plyny	nekovy	kovy
Vodík H	Uhlík C	Železo Fe
Hélium He	Síra S	Mangan Mn
Argon Ar	Fosfor P	Chrom Cr
Neon Ne	Jod I	Sodík Na
Xenon Xe	Fluor F	Draslík K
Dusík N	Chlor Cl	Hliník Al
Kyslík O	Brom Br	Vápník Ca
		Stříbro Ag
		Uran U
		Hořčík Mg
		Litium Li
		Měď Cu
		Zlato Au

*"Můžeš mi říct chemické
značení neonu?"
"Ne!"*



Izotopy



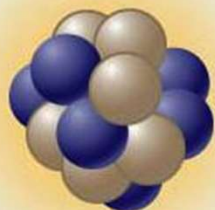
Chemický prvek - látka, jejíž atomy mají v jádře stejný počet protonů. Atomy prvku se přitom mohou lišit počtem nukleonů (neutronů) v jádře - prvek může obsahovat různé izotopy

Například u uhlíku C12 C13 C14 - význam pro jaderné reakce, termionukleární fúzi, určování stáří pomocí uhlíku C14 apod.



Carbon-12

6 Protons
6 Neutrons
6 Electrons



Carbon-13

6 Protons
7 Neutrons
6 Electrons



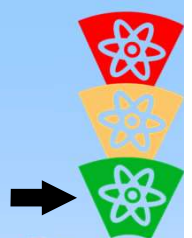
Carbon-14

6 Protons
8 Neutrons
6 Electrons





Izotopy C12, C13, C14...



Uhlík C12 99 %

Uhlík C13 1 %

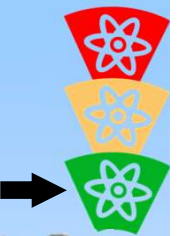
Uhlík C14 1 část na trillion (0.0000000001%) uhlíku v atmosféře.

Poločas rozpadu uhlíku-14 je 5730 ± 40 roků (na dusíku-14 přes beta rozpad)

izotop	výskyt	$t_{1/2}$	rozpad	en. MeV	prod.
^{11}C	umělý izotop	20 minut	β^+	0.96	^{11}B
^{12}C	98.9%	je stabilní s 6 neutrony			
^{13}C	1.1 %	je stabilní s 7 neutrony			
^{14}C	stopy	5730 let	β^-	0.15	^{14}N



Izotopy



Metoda C14 = radiokarbonová metoda určování stáří

Od 1946 (W.F.Libby) – založeno na cyklu uhlíku

C14 – produkce v atmosféře, vlivem kosmického záření – pomalé neutrony interagují s N14 – vzniká C14

V živých tkáních se udržuje konstantní množství C14

Poločas rozpadu C14 – 5730 let

Nepřesnost 1850 \pm 75 (= s pravděpodobností 68% v daném intervalu)
(=pravděpodobnost 95 % 1850 \pm 150let)

Použitelné pro interval: 100 let – 40000 let

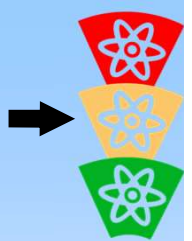
Zajímavosti:

- žijící mušle, stáří 25 000 let
- stáří žijícího člověka

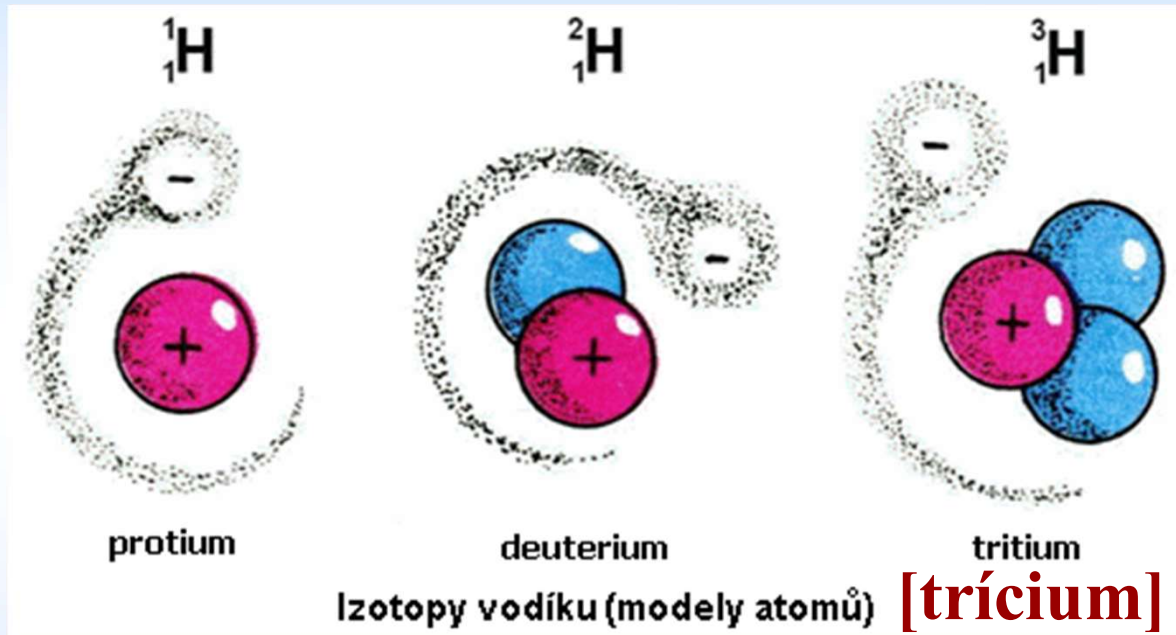




Izotopy



Význam: termionukleární reakce



atomová
hmotnost

3

protonové
číslo

1

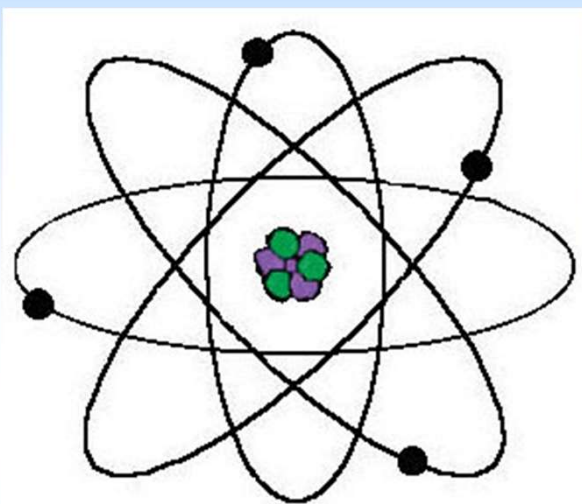
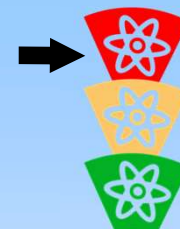
H

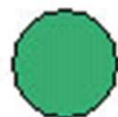
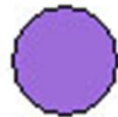

jeden atom deuteria na 7 000 atomů vodíku

Těžká voda D₂O se vyrábí elektrolýzou vody: ta obsahuje H₂O i D₂O, těžká voda se ale rozkládá pomaleji, a proto při mnohonásobném opakování elektrolýzy lze získat velmi čistou těžkou vodu – až 99,9 %.



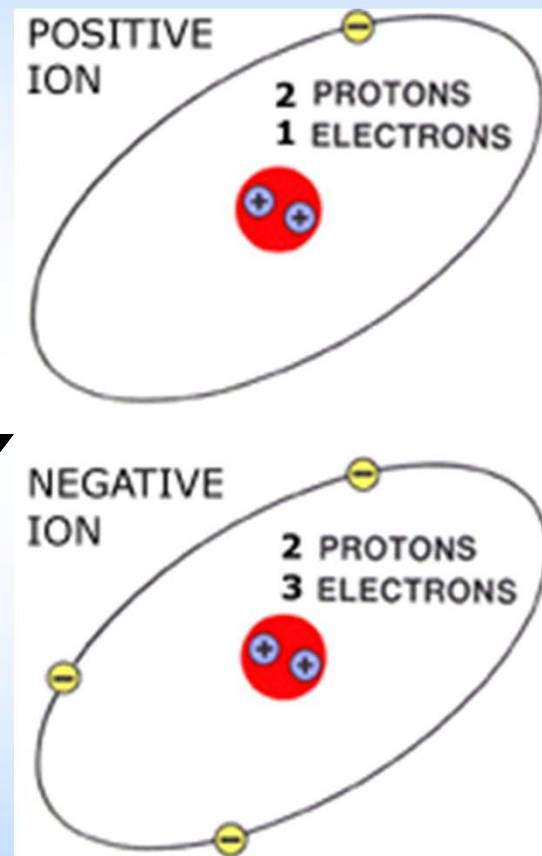
Atomy a ionty



-  - Neutrons
-  - Protons
-  - Electrons

Cítíte se negativně? Zbavte se elektronů!

Co je to za prvek ?



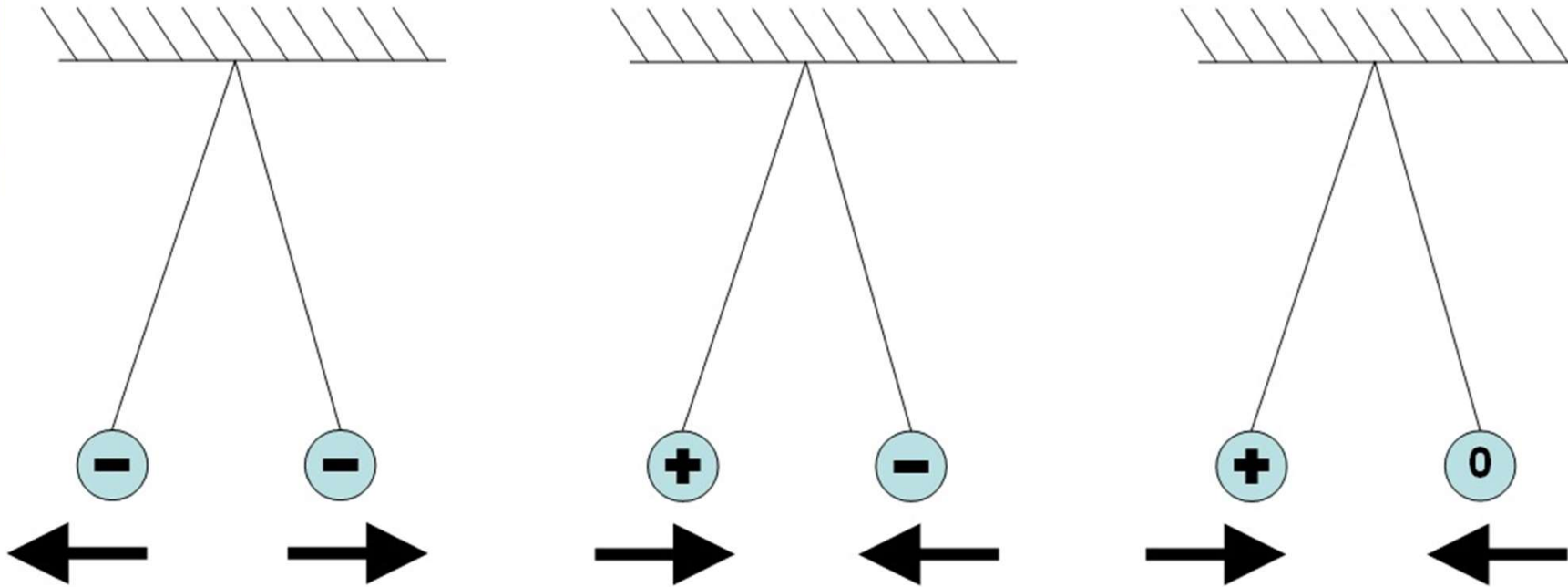
Počet elektronů je roven počtu protonů = žádný elektrický náboj

Více elektronů než protonů = iont = celkový záporný náboj (aniont)

Méně elektronů než protonů = iont = celkový kladný náboj (kationt)



Interakce elektrických nábojů →



*Univerzita s kladným nábojem?
Koho asi může přitahovat ... ☺*

Elektrická síla působící mezi dvěma bodovými náboji je určena Coulombovým zákonem, její velikost závisí na velikosti nábojů, vzdálenosti těles a prostředí mezi nimi. Spočítá se podle vzorce, kde Q_1 a Q_2 jsou náboje těles, r je jejich vzdálenost.

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$



Schrödingerova rovnice pro atom vodíku



Kartézské – pravoúhlé souřadnice (x , y, z)

Vlnová funkce – závisí na souřadnicích
NEZNÁMÁ V S. ROVNICI

Operátor kinetické
energie

(Operátor) potenciální
energie

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \right) \Psi(x, y, z) = E \Psi(x, y, z)$$

Planckova
konstanta

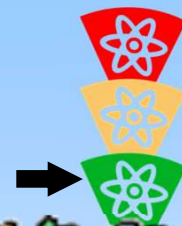
Hmotnost
elektronu

Laplaceův operátor v kartézských souřadnicích
(derivujeme podle těchto souřadnic)

Coulombický potenciál mezi protonem a
elektronem úměrný součinu jejich nábojů
(elementárních elektrických nábojů e) a nepřímo
úměrný jejich vzdálenosti.

Energie
systému
**NEZNÁMÝ
PARAMETR**

Atomový orbital



Vlnová funkce atomu určená hodnotami kvantových čísel n, l, m se označuje jako **atomový orbital**

K úplnému popisu jsou potřeba 4 kvantová čísla

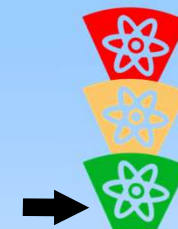
- **Hlavní kvantové číslo - n**
- **Vedlejší kvantové číslo - l**
- **Magnetické kvantové číslo - m**
- **Spinové kvantové číslo - m_s**

Popisují (určují) stav elektronu v atomu
Mohou nabývat pouze určitých hodnot.

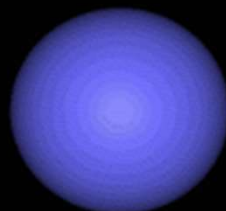
$$\Psi_{nlm}$$



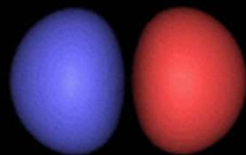
Přehled reálných atomových orbitalů



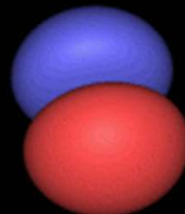
Vizualizace = Hustota
pravděpodobnosti
nalezení elektronu
(kvadrát vlnové funkce)



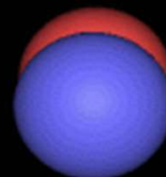
s



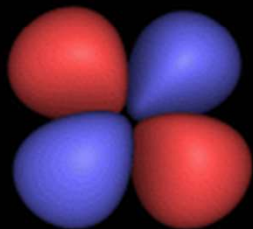
p_x



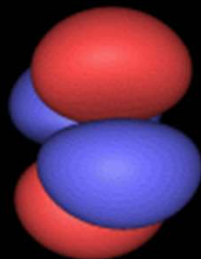
p_y



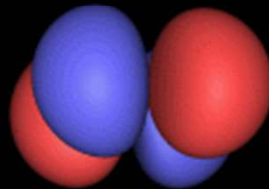
p_z



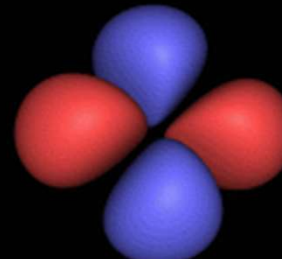
d_{xy}



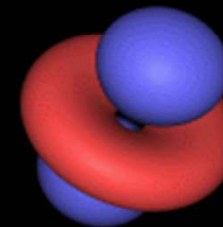
d_{xz}



d_{yz}



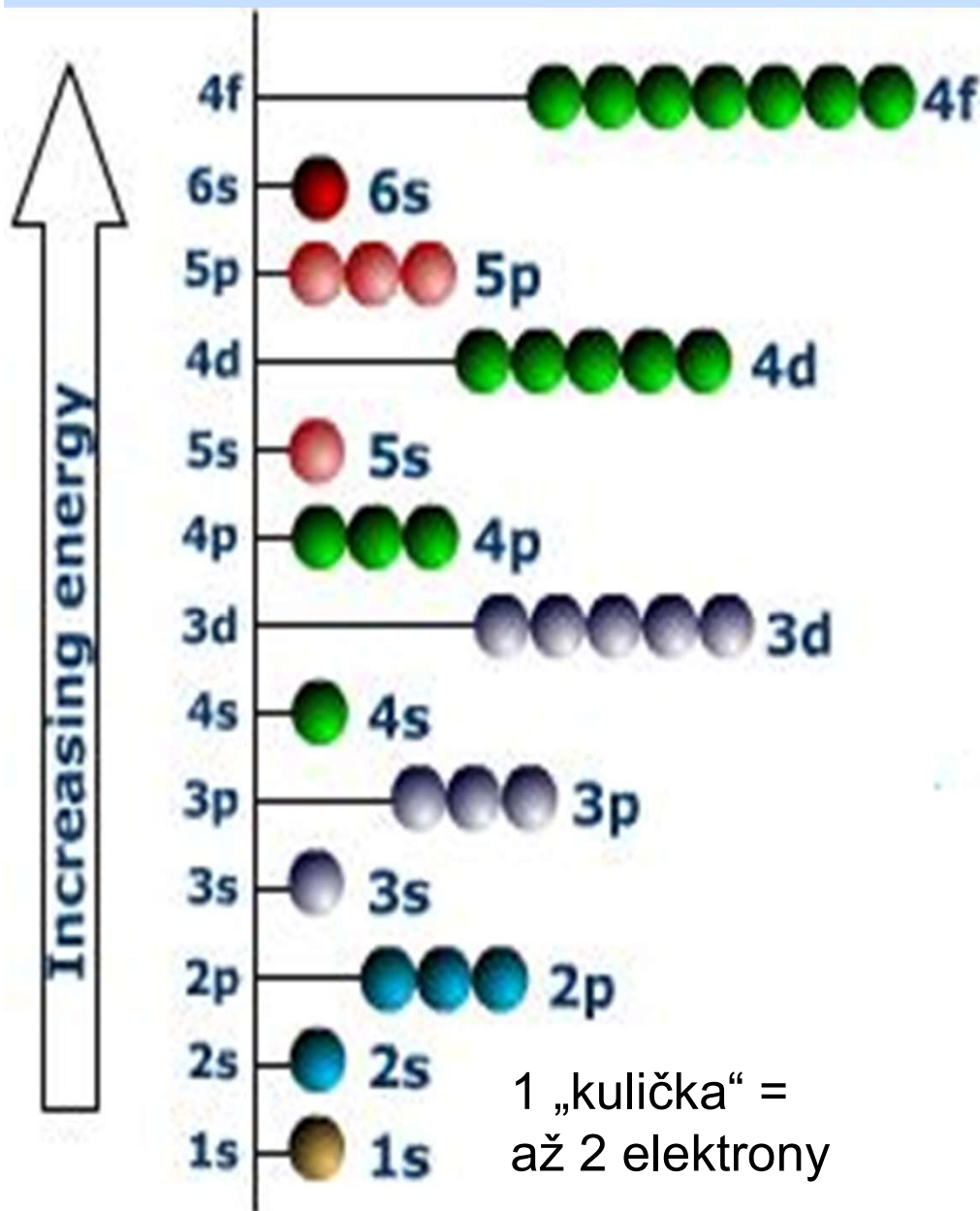
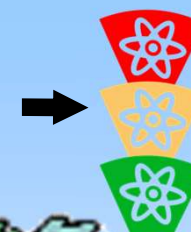
$d_{x^2 - y^2}$



d_{z^2}



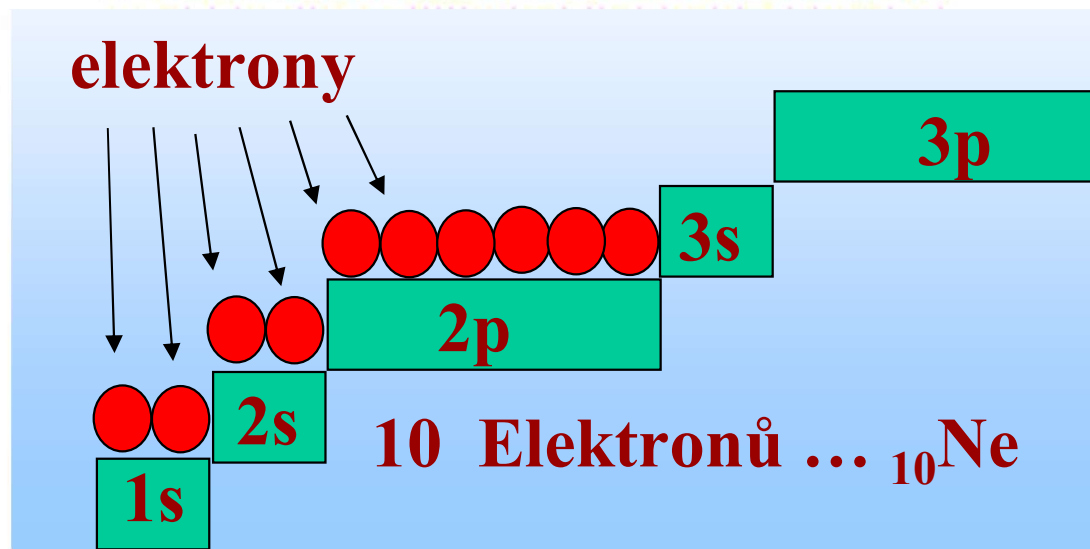
Zaplňování elektronových orbitalů



1 „kulička“ = až 2 elektrony

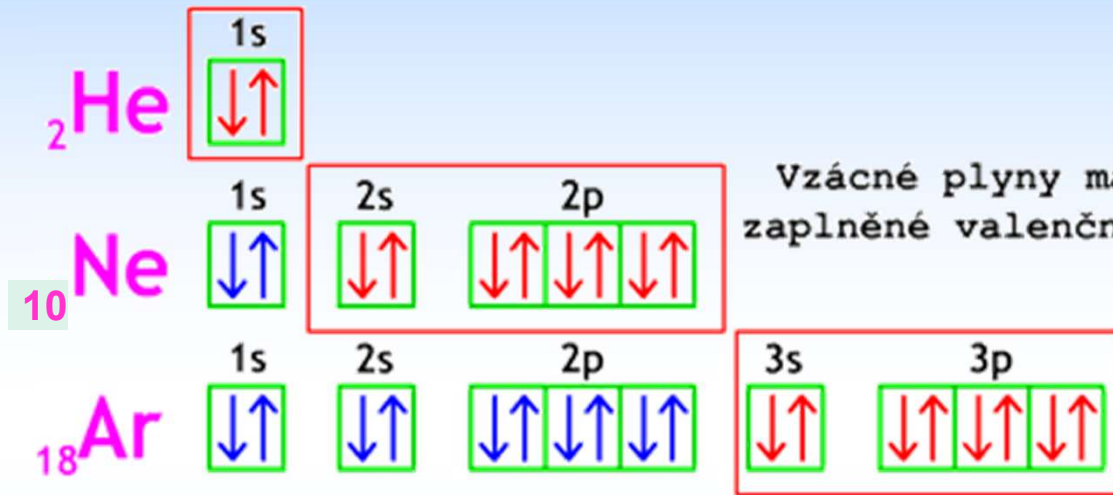
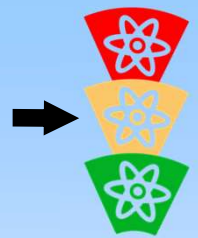
I.A																	VIII.A	
1	H 1																	He 2
2	Li 3	Be 4											B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
3	Na 11	Mg 12	III.B	IV.B	V.B	VI.B	VII.B	VIII.B			IX.B	X.B	Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18
4	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
5	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
6	Cs 55	Ba 56	La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
7	Fr 87	Ra 88	Ac 89	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Uub 112	Uut 113	Uuq 114	Uup 115	Uuh 116	Uus 117	Uuo 118

6	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71
7	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103

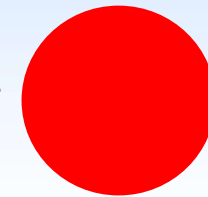




Zaplňování elektronových orbitalů

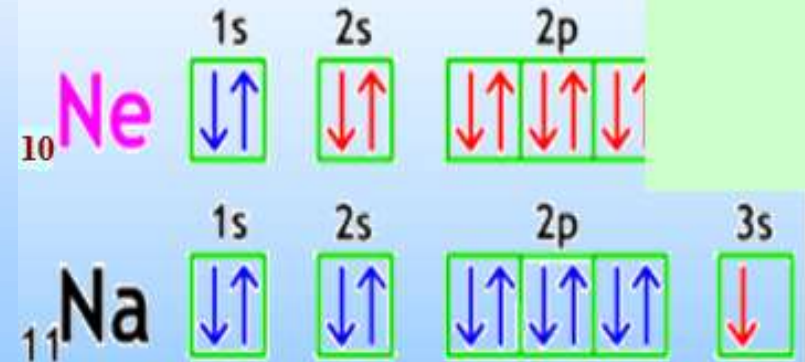
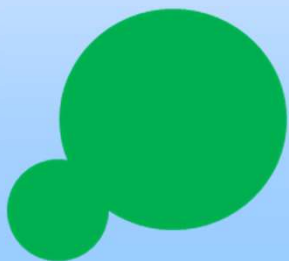
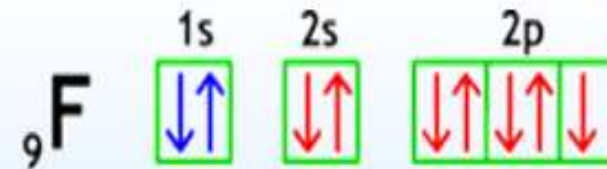


Vzácné plyny mají zcela zaplněné valenční orbitály



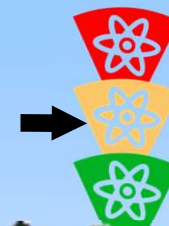
Ideální zaplnění orbitalu

Ostatní prvky –
něco chybí
nebo přebývá





Obsazení orbitalů



Orbitaly se zaplňují postupně – podle své energie

více protonů v jádře (těžší atom) = více elektronů = více zaplněných orbitalů = větší atomy

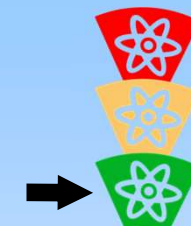
Pokud mají prvky podobné valenční orbitaly (ty s nejvyšší energií – „nejvzdálenější“ od jádra), pak mají i podobné chemické vlastnosti – Mendělejeva tabulka prvků (1869)

	I.A																VIII.A	
1	H 1																He 2	
2	Li 3	Be 4											III.A 5	IV.A 6	V.A 7	VI.A 8	VII.A 9	Ne 10
3	Na 11	Mg 12	III.B	IV.B	V.B	VI.B	VII.B	VIII.B			I.B	II.B	Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18
4	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
5	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
6	Cs 55	Ba 56	La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
7	Fr 87	Ra 88	Ac 89	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Uub 112	Uut 113	Uuq 114	Uup 115	Uuh 116	Uus 117	Uuo 118

6	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71
7	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103



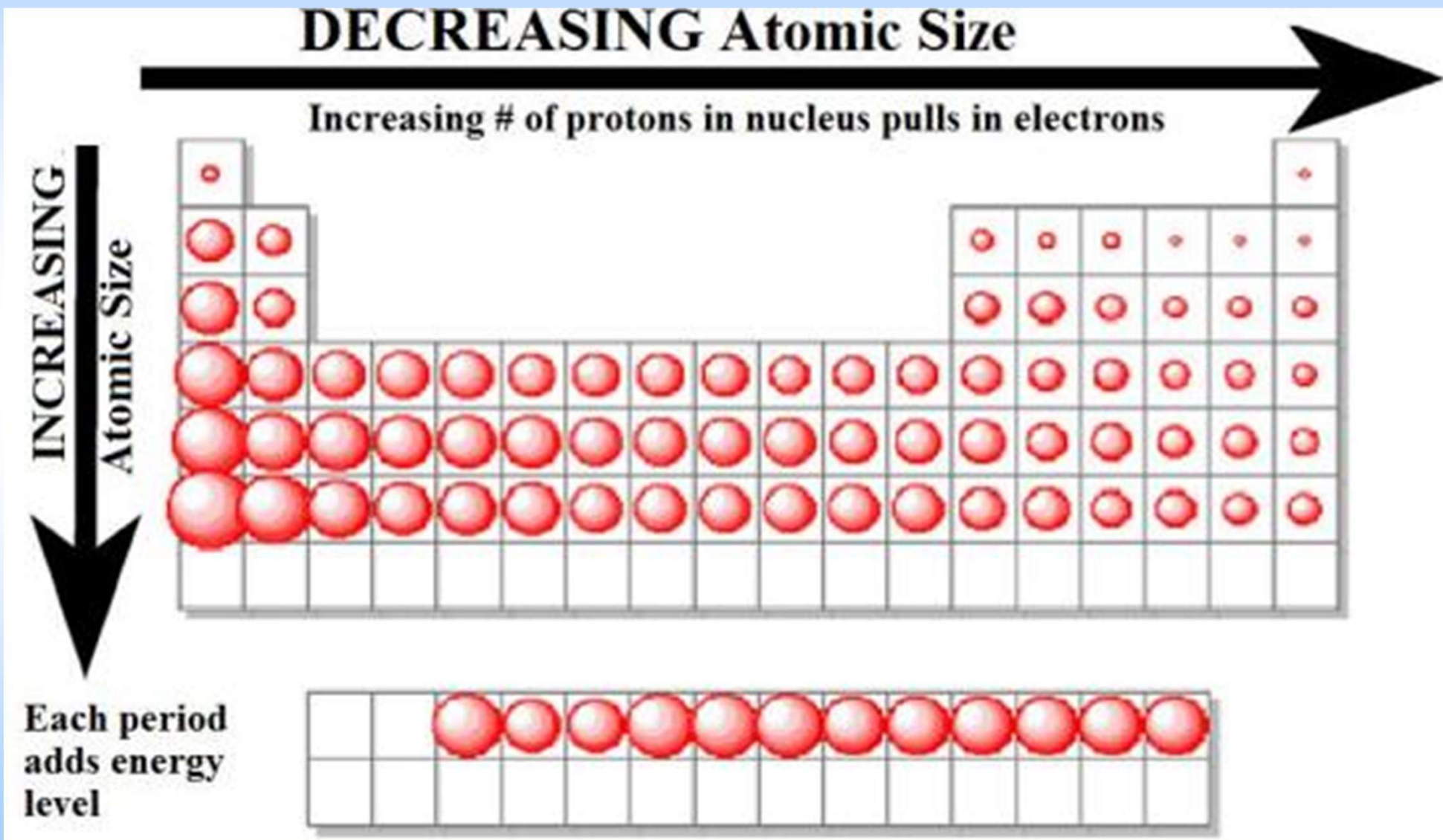
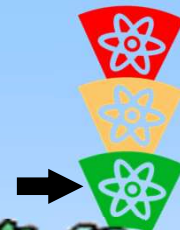
Valenční orbitály PRVKŮ



	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VI.B	VII.B	VIII. B					IB	II.B	IIIA	IV.A	V.A	VIA	VII.A	VIII. A
1	H 1	Periodická soustava prvků - valenční orbitály - vedlejší kvantové číslo																	He 2	
2	Li 3	Be 4	[Orange Box]		[Blue Box]		[Yellow Box]		[Green Box]		B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10				
3	Na 11	Mg 12	s		p		d		f		Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18				
4	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36		
5	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54		
6	Cs 55	Ba 56	La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86		
7	Fr 87	Ra 88	Ac 89	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Uub 112		Uuq 114		Uuh 116		Uuo 118		
Lantanoidy				Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71			
Aktinoidy				Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103			



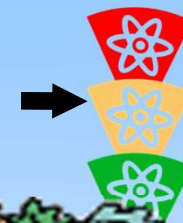
Orbitaly a velikost atomů



Velikost je dána rozměrem orbitalů, počtem elektronů v nich



Klasifikace prvků

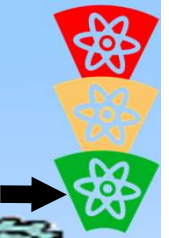


- s¹ I.A. alkalické kovy (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr)
- s² II.A. kovy alkalických zemin (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)
- p¹ III.A. skupina boru (B, Al, ...)
- p² IV.A. skupina uhlíku (C, Si, ...)
- p³ V.A. skupina dusíku (N, P, ...)
- p⁴ VI.A. chalkogeny (O, S, ...) „tvorí rudu“
- p⁵ VII.A. halogeny (F, Cl, ...) „tvorí sůl“
- p⁶ VIII.A. vzácné plyny

	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VI.B	VII.B	VIII B					IB	II.B	IIIA	IV.A	V.A	VIA	VIIA	VIII A
1	H 1	Periodická soustava prvků - zvláštní skupiny prvků																		He 2
2	Li 3	Be 4												B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10	
3	Na 11	Mg 12												Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18	
4	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36		
5	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54		
6	Cs 55	Ba 56	La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86		



Tabulka prvků - mnemotechnika



skupina I.a : *Helenu Líbal Na Krk Robustní Cestář Franc*

skupina II.a : *Bežela Magda Caňonem Srážela Balvany Ramenem*

skupina III.a : *Božský Alkohol Gambrinus Inhaloval Tlakem / Byl Aljoša Gagarin
Indická Tlama?*

skupina IV.a : *Císař Sicilský Germány Snadno Pobíli / Cokoli Si Germáni Snědli, Pak
Bledli*

skupina V.a : *Náš Pan Asistent Sbalil Biletářku / Náš Pes Astor Sbírá Bikiny.*

skupina VI.a : *Ó Slečno Sejměte Též Podprsenku / Opilá Simona Se Téměř Poblila. /
Ospalému Studentovi Sebral Tělocvikář Ponožky.*

skupina VII.a : *Floutek Cleofáš Bručí Iako Atom*

skupina VIII.a : *Helena Nechtěla s Arogantním Králem Xenofonem Randit*

skupina III.b : *Scvrklá Yvetta Laskala Acumulátor / Scotland Yard
Lapil Angličana*

skupina IV.b : *Tisíce Zrzavých Hafanů Rafalo.*

skupina V.b : *Velká Nubie Tancovala Dobrákům / V Nebi Taví Duby*

skupina VI.b : *Chromý Mol Wolfram Seaborg / Cromagnonci Mořili
Waldemara Signálem*

skupina VII.b : *Mnohé Tchyně Reklamují Bahno / Mnohá Technika
Rezaví, Bohužel.*

skupina VIII.b : *Fetující Ruští Osadníci Hasili. / Ferdinand Cobalt
Ničí Rukou Rozhodnou Podstavec Osamělého
Irského Planetoletu v Darmstadtu*

skupina I.b : *Cukrářka Agáta z Austrálie je na Rentgenu*

skupina II.b : *Znáš CD o Hugovi Cenném?*

	I.A											VIIIA						
1	H 1											He 2						
2	Li 3	Be 4											B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
3	Na 11	Mg 12	III.B	IV.B	V.B	VI.B	VII.B	VIII.B	I.B	II.B	Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18		
4	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
5	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
6	Cs 55	Ba 56	La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
7	Fr 87	Ra 88	Ac 89	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Uub 112	Uut 113	Uuq 114	Uup 115	Uuh 116	Uuu 117	Uuq 118
8	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71				
9	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103				



Tabulka prvků - mnemotechnika



druhá perioda : *Líbal
Bedřich Boženu Celou
Nahou O Fuj Nestyda*

1																							He		
1	H																							He	
2	Li	Be																							Ne
3	Na	Mg																							Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr							
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe							
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn							
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo							

6	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
7	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Lanthanoidy:

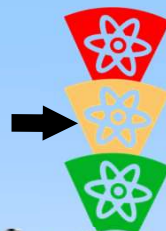
Lascivní Cecílii Prznil Nad Pomyšlení Smyslů Eusebius
Goldmann, Tuberácké Dychtící Hovado s Erekcí Tlumenou Yba
Lupenkou

Lanthanoidy: Celá Praha nadšeně pomohla smutnému
Eulenšpíglovi, když ten blbec dýchal horký ether, tímto: hýbla
lůžkem.

Laciné Ceny Prasat Nedovolily Prométheovi Smést Evropu Když
Théby Dýchaly Horoucí Erotickou Tmou Ybyšku Lučního



Kovy



Kovy v periodické soustavě prvků

II																		IHe	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne		
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
Fr	Ra	Ac	Db	Jl	Rf	Bh	Hn	Mt											



Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr



Kovy



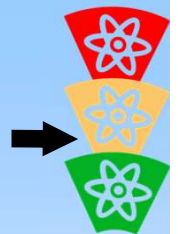
Polokovy



Nekovy



Mendělejevova tabulka prvků



s		d										p					s									
I. A												III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	VIII. A									
1	1,008 1 H 2,2 VODÍK Hydrogenium																2	4,00 2 He HELIUM Helium								
2	6,94 3 Li 0,97 LITHIUM Lithium																4	9,01 4 Be 1,5 BERYLIIUM Beryllium	10	20,18 10 Ne NEON Neon						
3	22,99 11 Na 1,0 SODÍK Natrium																6	12,01 6 C 2,5 UHLÍK Carbonium	8	14,01 7 N 3,1 DUŠÍK Nitrogenium	16	16,00 8 O 3,5 KYSLÍK Oxygenium	17	35,45 17 Cl 2,8 CHLOR Chlorum	18	39,95 18 Ar ARGON Argon
4	39,10 19 K 0,91 DRASÍK Kalium	44,96 21 Sc 1,2 SKANDIUM Scandium	47,90 22 Ti 1,3 TITAN Titanium	50,94 23 V 1,5 VANAD Vanadium	52,00 24 Cr 1,6 CHROM Chromium	54,94 25 Mn 1,6 MANGAN Manganum	55,85 26 Fe 1,6 ŽELEZO Ferrum	58,93 27 Co 1,7 KOBALT Cobaltum	58,70 28 Ni 1,7 NIKEL Niccolum	63,54 29 Cu 1,7 MĚD Cuprum	65,38 30 Zn 1,7 ZINEK Zincum	69,72 31 Ga 1,8 GALLIUM Gallium	72,59 32 Ge 2,0 GERMANIUM Germanium	74,92 33 As 2,2 ARSEN Arsenium	78,96 34 Se 2,5 SELEN Selenium	79,90 35 Br 2,7 BROM Bromum	83,80 36 Kr KRYPTON Krypton									
5	85,47 37 Rb 0,89 RUBIDIUM Rubidium	87,62 38 Sr 0,99 STRONCIUM Strontium	88,91 39 Y 1,1 YTTRIUM Yttrium	91,22 40 Zr 1,2 ZIRKONIUM Zirconium	92,91 41 Nb 1,2 NIÓB Niobium	95,94 42 Mo 1,3 MOLYBDEN Molybdenum	(97) 43 Tc 1,4 TECHNECIUM Technetium	101,07 44 Ru 1,4 RUTHENIUM Ruthenium	102,91 45 Rh 1,4 RHODIUM Rhodium	106,42 46 Pd 1,3 PALLADIUM Palladium	107,87 47 Ag 1,4 STRĚBRO Argentum	112,41 48 Cd 1,5 KADMIUM Cadmium	114,82 49 In 1,5 INDIUM Indium	118,69 50 Sn 1,7 CIN Stannum	121,75 51 Sb 1,8 ANTIMON Stibium	127,60 52 Te 2,0 TELLUR Tellurium	126,90 53 I 2,2 JOD Iodum	131,30 54 Xe XENON Xenon								
6	132,91 55 Cs 0,86 CESIUM caesium	137,33 56 Ba 0,97 BARIUM Barium	138,91 57 La 1,1 LANTHAN Lanthanum	178,49 72 Hf 1,2 HAFNIUM Hafnium	180,95 75 Ta 1,3 TANTAL Tantalum	183,85 74 W 1,3 WOLFRAM Wolframium	186,21 75 Re 1,5 RHENIUM Rhenium	190,20 76 Os 1,5 OSMIUM Osmium	192,22 77 Ir 1,5 IRIDIUM Iridium	195,09 78 Pt 1,4 PLATINA Platinum	196,97 79 Au 1,4 ZLATO Aurum	200,59 80 Hg 1,4 RTUŤ Hydargyrum	204,37 81 Tl 1,4 THALIUM Thalium	207,2 82 Pb 1,5 OLOVO Plumbum	208,98 83 Bi 1,7 BISMUT Bismuthium	(209) 84 Po 1,8 POLONIUM Polonium	(210) 85 At 1,9 ASTAT Astatium	(222) 86 Rn RADON Radon								
7	(223) 87 Fr 0,86 FRANCIUM Francium	226,03 88 Ra 0,97 RADIUM Radium	227,03 89 Ac 1,0 AKTINIUM Actinium	(261) 104 Ku KURČATONIUM Kurchatovium	(262,11) 105 Ha HAHNIIUM Hahnium	(263,10) 106 Unh 106. PRVEK Unihexium	(262,12) 107 Uns 107. PRVEK Uniseptium	(265) 108 Uno 108. PRVEK Unioctium	(266) 109 Une 109. PRVEK Unennium																	
												alkalické kovy	kovy alkalických zemin	vzácné plyny	nekovy	polokovy	kovy	halogeny	přechodné prvky	vnitřní přechodné prvky						

elektronová konfigurace
pořadí slupek: K L M N O P Q R S

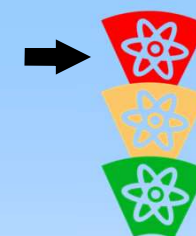
protonové číslo

26,98 ← hmotnostní číslo
13 Al ← značka (symbol)
1,5 ← elektronegativita
HLINÍK ← český název
Aluminium ← latinský název

f													
LANTHANOIDY													
140,12 58 Ce 1,1 CER Cerium	140,91 59 Pr 1,1 PRASEODYM Praseodym	144,24 60 Nd 1,1 NEODYM Neodymium	(145) 61 Pm 1,1 PROMETHIUM Promethium	150,40 62 Sm 1,1 SAMARIUM Samarium	151,96 63 Eu 1,0 EUROPIUM Europium	157,25 64 Gd 1,1 GADOLINIUM Gadolinium	158,93 65 Tb 1,1 TERBIUM Terbium	162,50 64 Dy 1,1 DYSPROSIUM Dysprocium	164,93 67 Ho 1,1 HOLMIUM Holmium	167,26 67 Er 1,1 ERBIUM Erbium	168,93 69 Tm 1,1 THULIUM Thulium	173,04 70 Yb 1,1 YTERBIUM Ytterbium	174,97 71 Lu 1,1 LUTECIUM Lutetium
AKTINOIDY													
232,04 90 Th 1,1 THORIUM Thorium	231,04 91 Pa 1,1 PROTAKTINIUM Protaktinium	238,03 92 U 1,2 URAN Uranium	237,05 93 Np 1,2 NEPTUNIUM Neptunium	(244) 94 Pu 1,2 PLUTONIUM Plutonium	(243) 95 Am 1,2 AMERICIUM Americium	(247) 96 Cm 1,2 CURIUM Curium	(247) 97 Bk 1,2 BERKELIUM Berkelium	(251) 98 Cf 1,2 KALIFORNIUM Californium	(254) 99 Es 1,2 EINSTEINIUM Einsteinium	(257) 100 Fm 1,2 FERMIUM Fermium	(258) 101 Md 1,2 MENDELEVIUM Mendelevium	(259) 102 No 1,2 NOBELIUM Nobelium	(260) 103 Lr 1,2 LAWRENCIUM Lawrencium



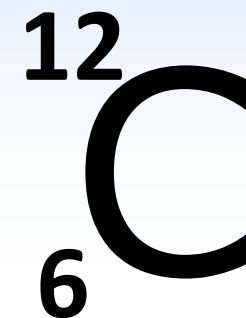
Relativní atomová hmotnost = molární hmotnost atomů



Avogadro :

- Použitelné pro libovolné částice
- 1 mol je tzv. Avogadrova konstanta

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$$



1 mol obsahuje právě tolik částic (např. atomů, molekul), kolik je atomů je obsaženo ve 12 gramech uhlíku (izotop C12) o hmotnosti 12g.

(definice podle SI)



Relativní atomová hmotnost = molární hmotnost atomů



Hmotnost 1 mol uhlíku C12 = hmotnost 12 molů nukleonů (protonů neutronů) = 12 g
Hmotnost 1 mol protonů = hmotnost 1 mol neutronů = 1 g

prvek	značka	protonů	neutronů (nejběžnější izotop)	nukleonů	Atomová hmotnost odhadnutá g/mol	Skutečná atomová hmotnost g/mol
vodík	H	1	0	1	1	1,008
hélium	He	2	2	4	4	4,00
uhlík	C	6	6	12	12	12,01
dusík	N	7	7	14	14	14,01
kyslík	O	8	8	16	16	16,00
železo	Fe	26	30	56	56	55,85
uran	U	92	146	238	238	238,03



Relativní atomová hmotnost = molární hmotnost atomů



částice	hmotnost $9,1 \cdot 10^{-28} \text{ g}$
---------	--

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$$

Elektron (e^-)

1

Proton (p)

1840

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

Neutron (n)

1840

$$m_n = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

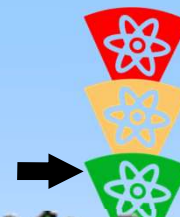
**Hmotnost nukleonu v gramech x
Avogadrova konstanta = 1,007
g/mol**

**Zhruba 1% „chyby“
odpovídá vazebné energii
jádra**

***hmotnost atomu = hmotnost nukleonů – hmotnost
odpovídající vazebné energii jádra podle $E=mc^2$ (Einstein)***



Radioaktivní prvky

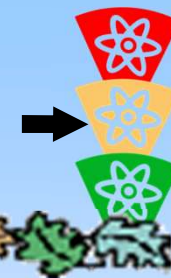


	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	IB	IIB	IIIA	IV.A	VA	VIA	VIIA	VIII A		
1	H 1	Periodická soustava prvků - radioaktivní prvky														He 2		
2	Li 3	Be 4	radioaktivní prvky přírodní		radioaktivní prvky uměle připravené						B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10		
3	Na 11	Mg 12									Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18		
4	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
5	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
6	Cs 55	Ba 56	La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
7	Fr 87	Ra 88	Ac 89	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Uub 112	Uuq 114	Uuh 116	Uuo 118			

Lantanoidy	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71
Aktinoidy	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103



Radioaktivní prvky



Některé izotopy nejsou stabilní, jiné ano
Některé prvky nemají žádné stabilní izotopy (transurany)

Radioaktivita = radioaktivní přeměna

**Přeuspořádání atomových jader
s cílem minimalizovat energii**



	charakter prvků	emitované částice	pohlčení	míra ionizace v organismu
rozpad alfa	těžké a přirozeně radioaktivní	částice alfa (helium)	papír, vrstva vzduchu	velká
rozpad beta	lehké (umělé radionuklidy)	elektronové neutrinum	hliníkový plech	střední
rozpad gama	fotony vyzářené jádrem	fotony	olovo, dural	slabá

**Toto je tetování trvalé
hodnoty !**



Děkuji za pozornost !