



Úvod do nauky o materiálech

Jakub Hrůza, Petr Šidlof



Rozdělení materiálů

1. Kovy

ocel, slitiny neželezných kovů

2. Plasty a kaučuky

obvykle syntetické organické sloučeniny na bázi uhlíku

3. Keramika a sklo

- keramika: materiály na bázi jílových minerálů, živců, oxidu křemičitého, hlinitého, titaničitého a dalších sloučenin

- sklo: materiály vyráběné především z oxidu křemičitého, uhličitanů, oxidů a halogenidů

4. Kompozitní materiály

vícesložkové materiály, obvykle složené ze spojitě části (matrice) a výztuže

5. Ostatní materiály

- Anorganická a organická pojiva (cement, vápno, sádra, asfalt, kliš a další)

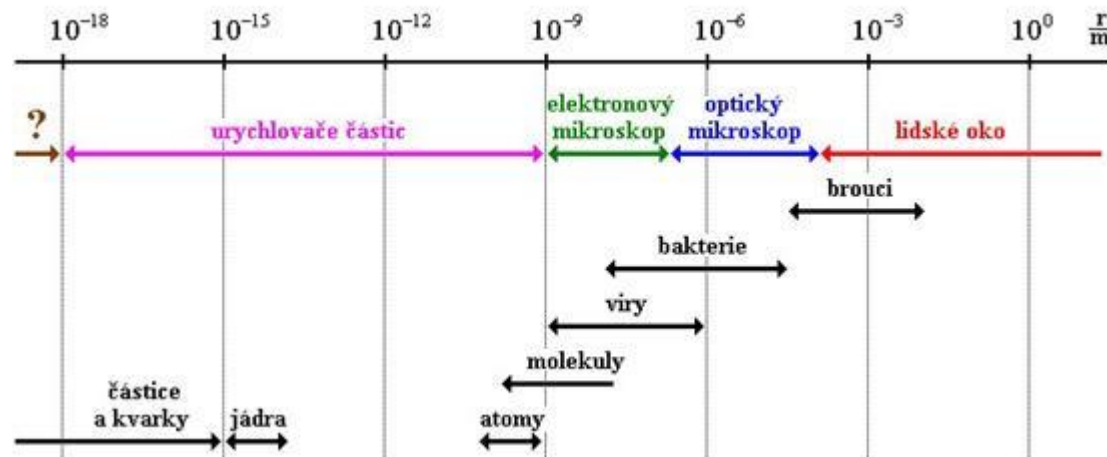
- Papír, dřevo, přírodní organické látky (kůže, rohovina, srst...), minerály

Struktura materiálů

Vedle chemického složení právě struktura materiálů určuje výsledné vlastnosti.

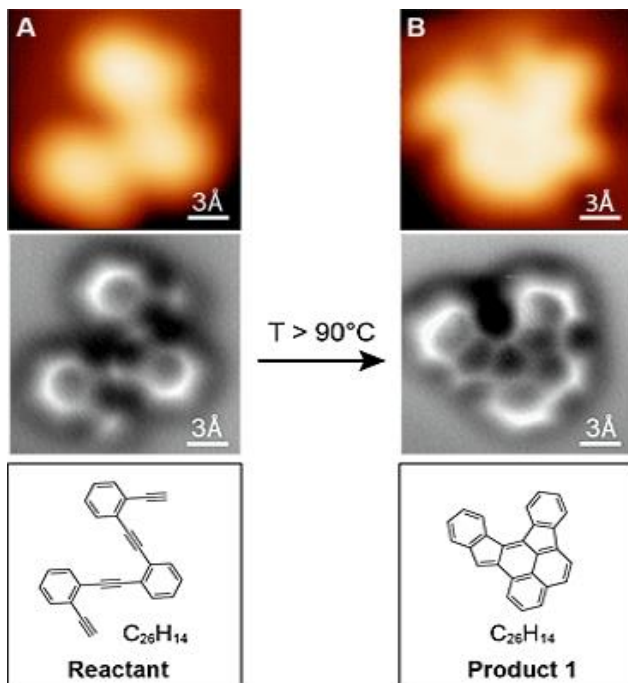
Úrovně struktury:

1. **Elektronová struktura** (umístění elektronů)
2. **Molekulová (atomová) struktura** (geometrie molekuly, atomu)
3. **Krystalová struktura** (krystalické, nebo nekystalické uspořádání molekul)
4. **Mikrostruktura** (složení, objemový podíl jednotlivých fází z nichž se materiál skládá, tvar, velikost, orientace krystalických zrn, hranice mezi zrny ...)



Atomová a molekulová struktura

- stavební jednotky pevných látek: atomy a molekuly
- atomová struktura: kovy a slitiny
- molekulová struktura: některé anorganické (např. H_2O , I_2 , NH_3) a všechny organické sloučeniny



Porovnání řádkovací tunelové mikroskopie (nahore) k nekontaktní mikroskopii atomárních sil (uprostřed).
Lawrence Berkeley National Laboratory News, Science Express 30.5. 2013

Vazby mezi atomy a molekulami

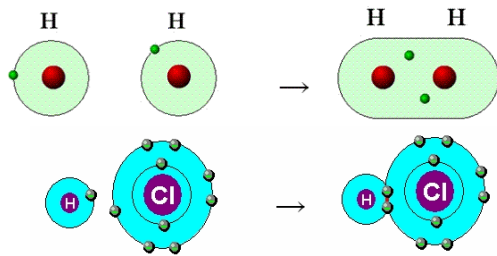
- chemické vazby – pouze v případě pevné fáze
- pevnost vazeb a tedy i pevné látky dána kohezní (mřížkovou) energií (energie potřebná k rozložení vazeb jednotkového množství látky)
- pevné látky mohou být pojeny jedním typem vazby (diamant), nebo více typy (grafit)

Typ	Chemická vazba zprostředkována	Vlastnosti	Příklad	Hodnota mřížkové energie U [kJmol ⁻¹]
iontový	kationty a anionty	křehké, průhledné, nevodivé (polovodivé), vysoké b.t.	NaCl	-765
kovalentní	atomy sdílejícími si elektrony	tvrdé, nevodivé (polovodivé), vysoké b.t.	diamant	-715
kovový	delokalizovanými elektrony (kovová vazba)	vodivé, neprůhledné	Na	-110
molekulární	van der Waalsova vazba	měkké, nevodivé, těkavé, nízké b.t.	naftalen	-10

Vazby mezi atomy a molekulami

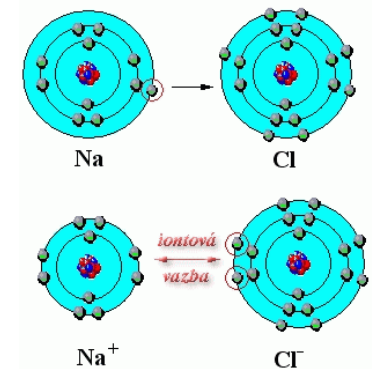
Kovalentní vazba

- atomy sdílejí elektrony
- vazba je tvořena společným elektronovým párem
- polární / nepolární



Iontová vazba

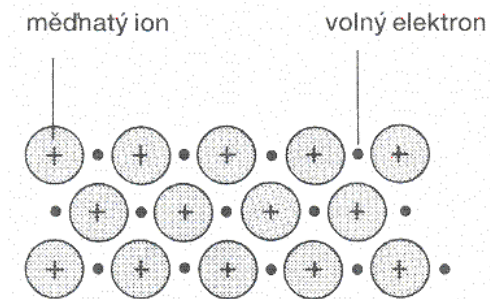
- atomy odevzdávají a přijímají elektrony
- elektrostatické síly



Typ	Chemická vazba zprostředkována	Vlastnosti	Příklad	Hodnota mřížkové energie U [kJmol ⁻¹]
iontový	kationty a anionty	křehké, průhledné, nevodivé (polovodivé), vysoké b.t.	NaCl	-765
kovalentní	atomy sdílejícími si elektrony	tvrdé, nevodivé (polovodivé), vysoké b.t.	diamant	-715
kovový	delokalizovanými elektrony (kovová vazba)	vodivé, neprůhledné	Na	-110
molekulární	van der Waalsova vazba	měkké, nevodivé, těkavé, nízké b.t.	naftalen	-10

Kovová vazba

- kationty v mřížce
- společně sdílené valenční elektrony (elektronový plyn)





Krystalová struktura

Krystalické látky














- atomy nebo molekuly prostorově uspořádané do větších pravidelných celků – krystalů
- uspořádání dáno krystalickou mřížkou
- energeticky výhodnější uspořádání – přirozené pro většinu pevných látek
- mohou být anizotropní (různé vlastnosti v různých směrech)

Amorfní látky

- atomy nebo molekuly neuspořádaně (náhodně) rozmístěné v prostoru
- vznikají např. při rychlém chlazení taveniny, kdy částice nemají dostatek času k vytvoření krystalu
- izotropní

Krystalické látky

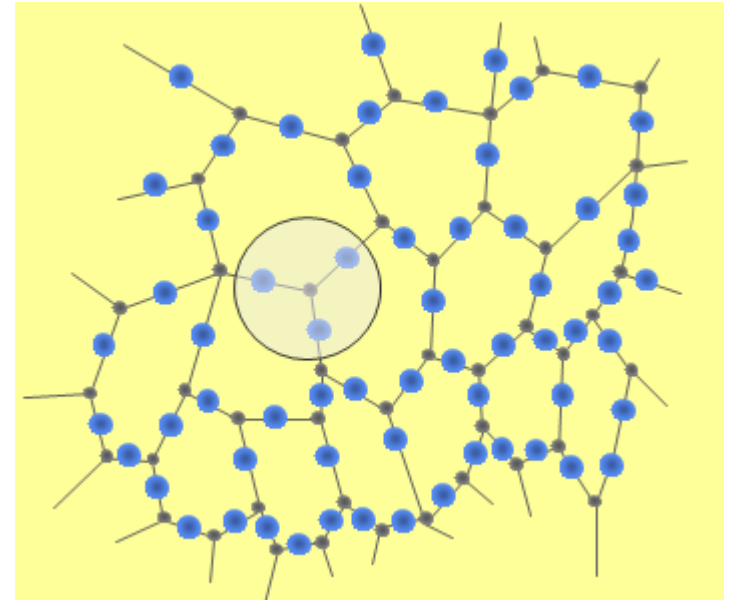
- třírozměrné pravidelné periodické uspořádání na dlouhou vzdálenost
- ideální krystal: bez poruch
- většina vlastností krystalických materiálů nelze vysvětlit na základě představy ideálního krystalu – **poruchy krystalické mřížky**

Bravaisovy mřížky	Mřížka prostá simple	Mřížka bazálně středěná base centered	Mřížka tělesově středěná body centered	Mřížka plošně středěná face centered
Kubická $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ Cubic				
Tetragonální $a = b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ Tetragonal				
Ortorombická $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ Orthorhombic				
Romboedrická $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$ Rhombohedral				
Monoklinická $a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$ Monoclinic				
Triklinická $a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$ Triclinic				
Šesterečná $a_1 = a_2 = a_3 \neq c$ $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 120^\circ$ $\gamma = 90^\circ$ Hexagonal				

Amorfní látky

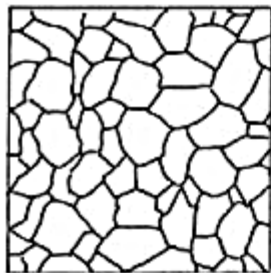
- struktura je neuspořádaná a tudíž neperiodická, resp. periodická jen na krátkou vzdálenost (zhruba do 50 Å)
- nemají pevný bod tání - při zahřívání nekystalické pevné látky (např. skla) dochází k jejímu postupnému měknutí, protože nejslabší vazby se přerušují při nižší teplotě než vazby ostatní

Nekystalická forma pevné látky je vždy nestabilním nebo metastabilním stavem. Při zvýšení teploty může dojít k přechodu ze stavu nekystalického do krystalického. K samovolnému opačnému přechodu nikdy nedojde.

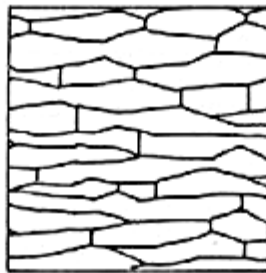


Mikrostruktura

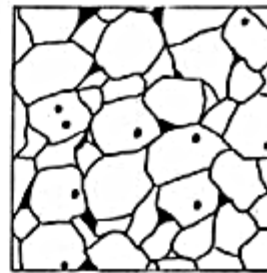
- mikrostruktura = uspořádání krystalů (zrn) v polykrystalickém materiálu
- velikost zrn kolísá od mikroskopických rozměrů až k zrnům dobře viditelným pouhým okem
- uspořádání zrn v mikrostruktuře je obecně statisticky náhodné
- přednostní orientace zrn v určitém směru - **textura** materiálu



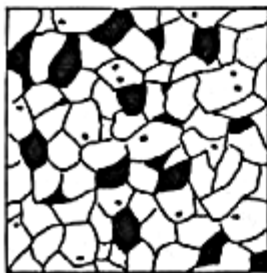
a



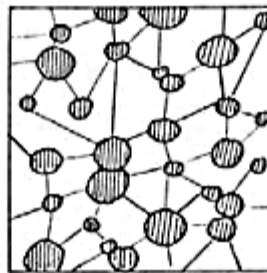
b



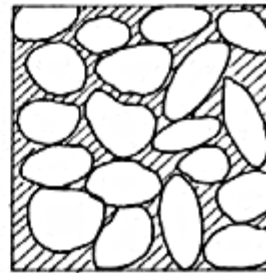
c



d



e



f

- a) mikrostruktura s různě velkými zrn
- b) mikrostruktura s texturou
- c) mikrostruktura s malými póry
- d) mikrostruktura s póry velikosti zrna
- e) mikrostruktura o dvou fázích, krystalické a amorfní
- f) mikrostruktura, ve které krystalická zrna nemají těsnou hranici