

Materiály lze klasifikovat různými způsoby. Jak to udělal James Shackelford?

*video 6 materials.webm*

## Keramiky

- hliník je kov, ale alumina  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oxid hlinitý je něco zásadně jiného, keramika
- velmi dobrá tepelná stabilita
- vysoká teplota tání
- tvořeny kovem + C,N,O,P,S
- stejně jako ocel se zušlechťuje příměsemi, i keramiky se selektivně dopují s cílem zlepšit jejich vlastnosti

<https://www.youtube.com/watch?v=Qf07-8Jhhpc>

<https://www.youtube.com/watch?v=zlkHAfUgTis>

- iontová vazba je výsledek přenosu elektronu od jednoho prvku k druhému
- iontová vazba není směrová  $\text{Na}^+$  přitahuje  $\text{Cl}^-$  Coulombovskou silou z libovolného směru
- iontové krystaly se skládají tak, že záporný iont maximalizuje ve svém okolí množství kladných iontů a opačně
- definujeme koordinační číslo jako největší možný počet větších iontů, které dokáží obklopit menší iont opačného náboje, aniž by se vzájemně proluly jejich elektronové obaly (minimální poměr  $r/R$  je taková situace, kdy se všechny větší ionty dotýkají toho menšího a zároveň se dotýkají sebe navzájem)

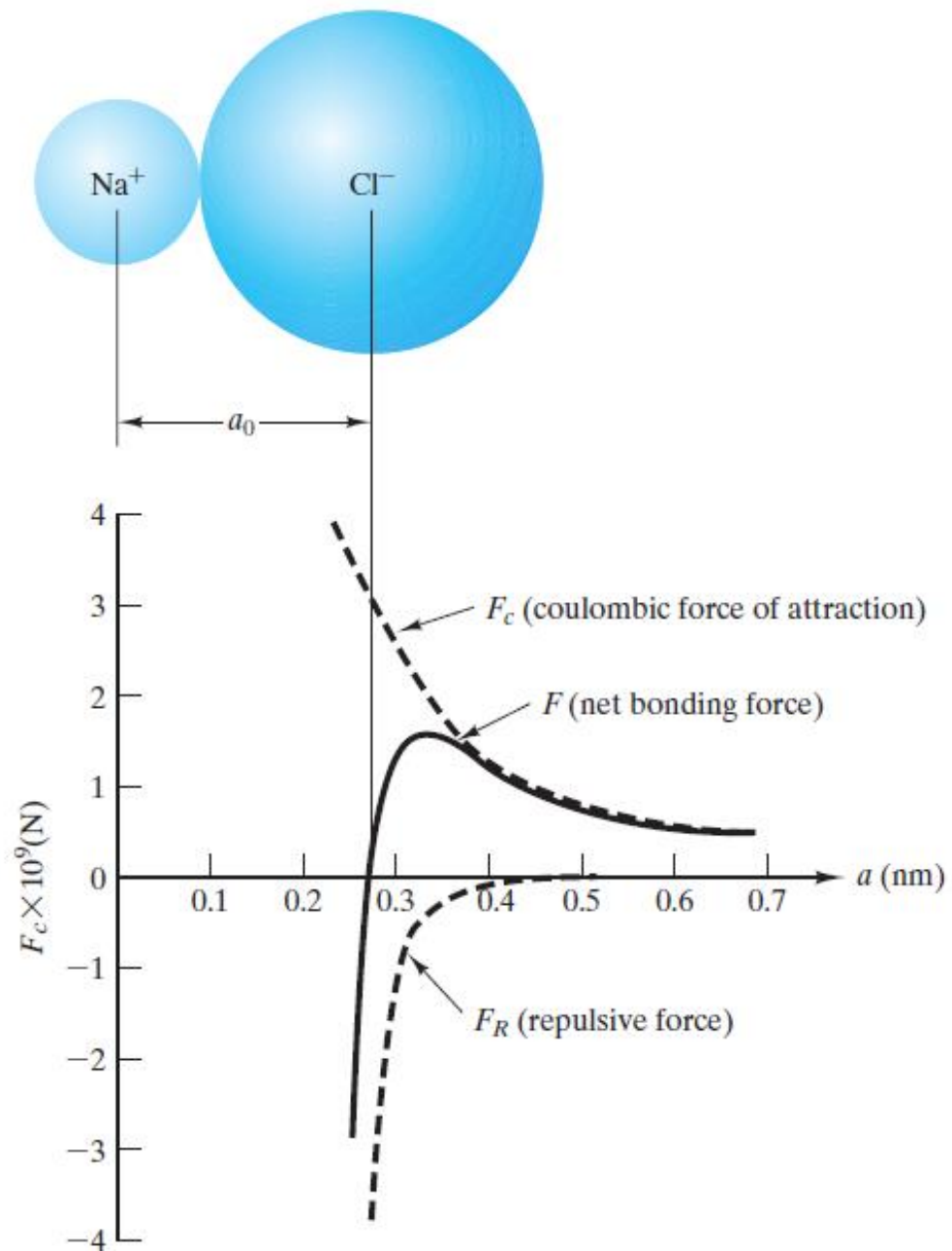
mezi  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$  působí dvě síly

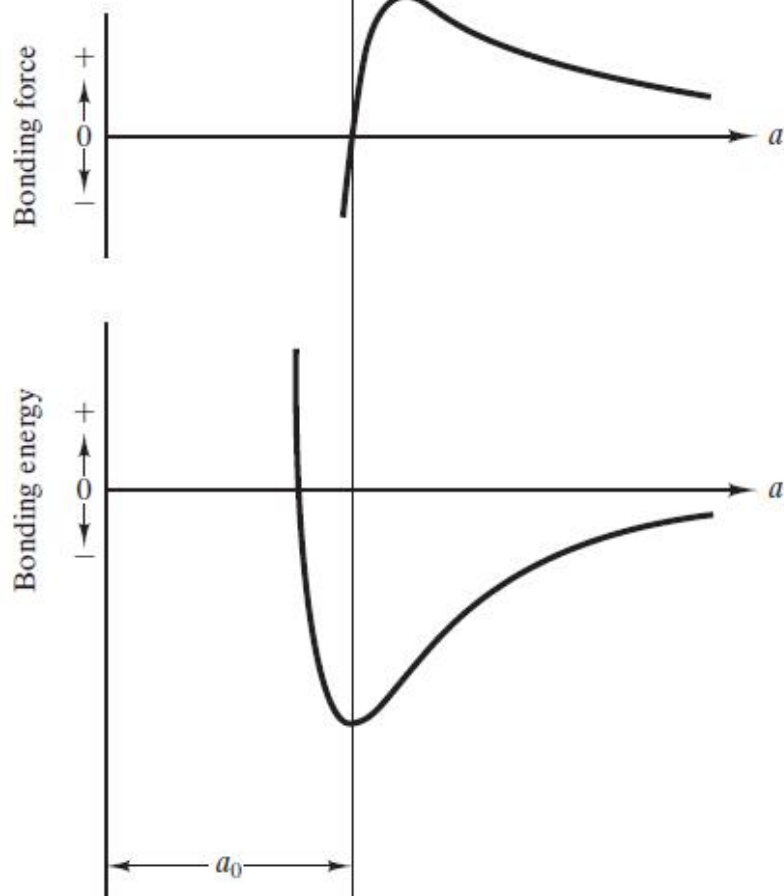
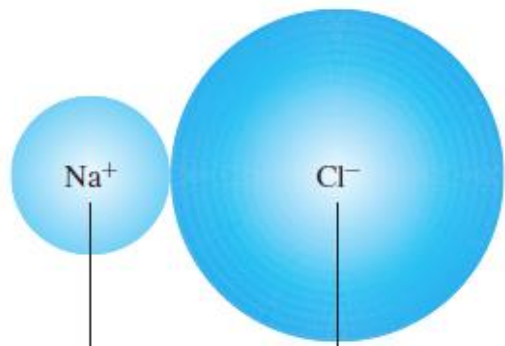
- přitažlivá Coulombovská síla
- odpudivá síla, když se začnou překrývat elektronové obaly

$$F_r = -ke^{-a/\rho}$$

vazebná síla je pak jejich součtem

délka vazby je pak vzdálenost, kdy se tyto dvě síly vyrovnají





mezi  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$  působí dvě síly

- přitažlivá Coulombovská síla
- odpuzivá síla, když se začnou překrývat elektronové obaly

$$F_r = -ke^{-a/\rho}$$

vazebná síla je pak jejich součtem

délka vazby je pak vzdálenost, kdy se tyto dvě síly vyrovnají

- vazební energie je práce nutná na odstranění dvou iontů od sebe do nekonečna

$$F = \frac{dE}{da}$$

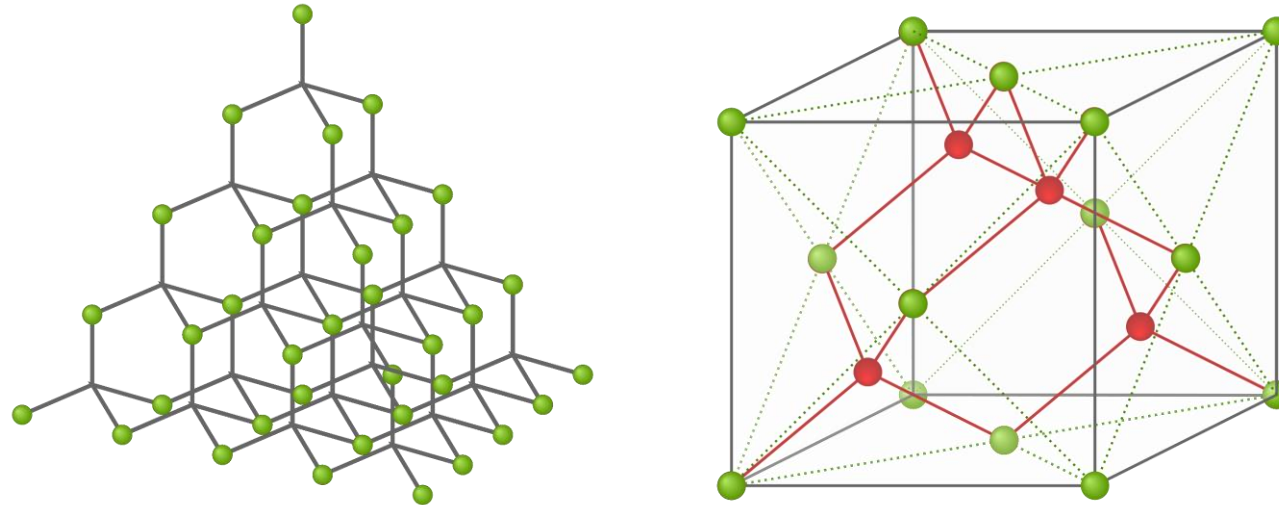
- tento průběh síly a vazebné energie je typický pro všechny typy vazeb, nejenom pro vazbu iontovou

## Polymery, nebo také plasty

- nevodivé
- nejsou křehké jako keramiky, ale podobně jako kovy jdou tažné a ohebné
- nízký bod tání
- lehké
- tvořeny H,C,F,O,N,Si

<https://www.youtube.com/watch?v=MlgKp4FUV6I>

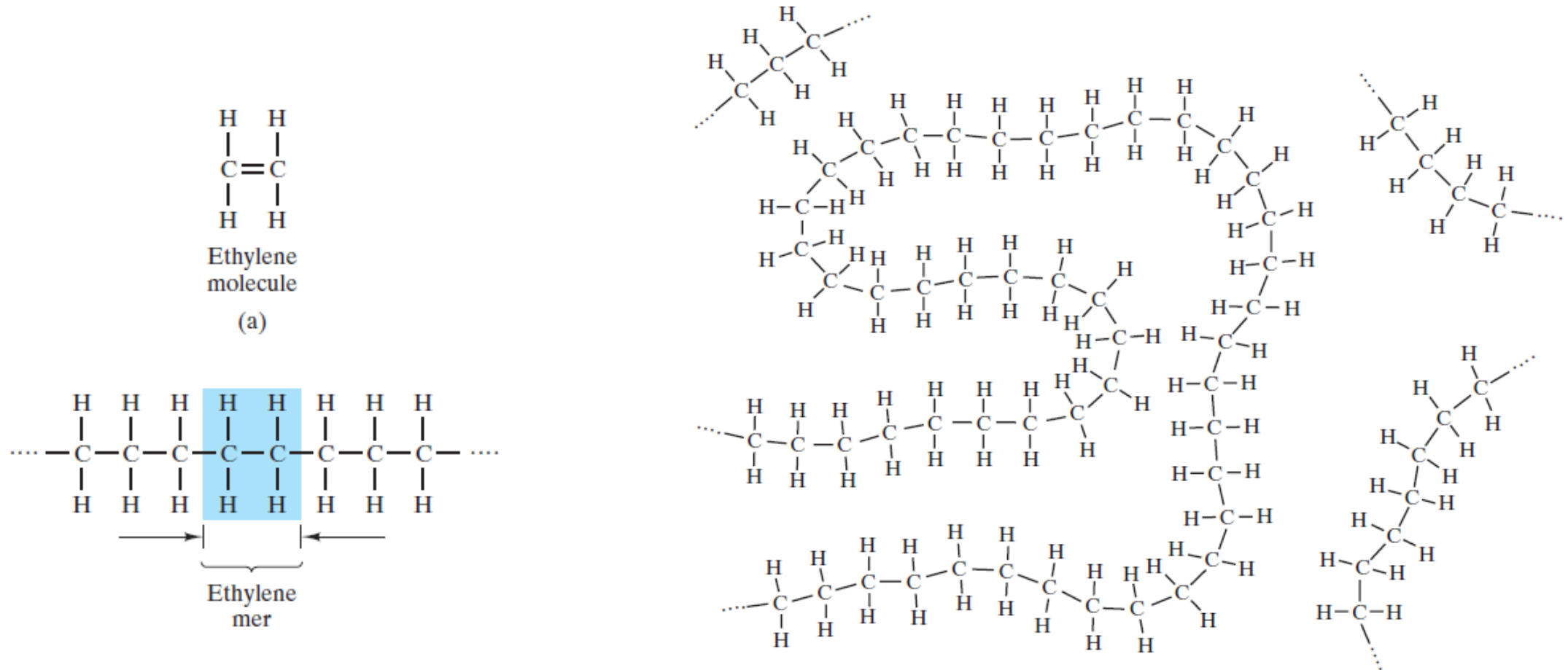
- kovalentní vazba (covalent – COoperative sharing of VALENce Electron)
- vazba je silně směrová + omezený počet valenčních elektronů = menší koordinační číslo, než by odpovídalo iontové vazbě, lehké (uhlík kovalentně vázaný v diamantu se váže na 4 sousedy, „kdyby byla vazba iontová“ tak by se vázal na 12 sousedů)
- nevodivé, valenční pás je plně obsazený



struktura diamantu

## Polymery, nebo také plasty

- vznikají polymerizací, kdy se naruší dvojná vazba a řetězce se mohou vzájemně propojovat
- mají špagetoidní strukturu, kdy jednotlivé řetězce jsou do sebe vzájemně propletené, drží je pospolu navíc i vodíkové můstky mezi C a H atomy, nebo silnější mezi OH a H nebo COOH a H
- tato struktura se dá snadno deformovat, ale za vyšších teplot se vodíkové můstky naruší a struktura se rozplétá – nízká tepelná stabilita plastů



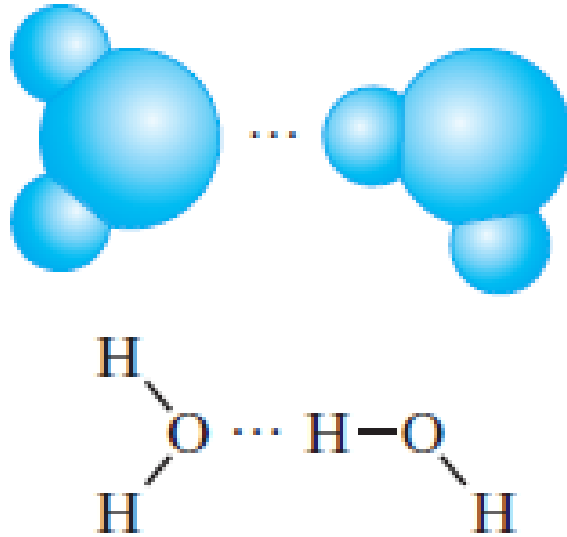
## Polymery, nebo také plasty

### Bond Energies and Bond Lengths for Representative Covalent Bonds

Bond	Bond energy <sup>a</sup>		Bond length, nm
	kcal/mol	kJ/mol	
C–C	88 <sup>b</sup>	370	0.154
C=C	162	680	0.130
C≡C	213	890	0.120
C–H	104	435	0.110
C–N	73	305	0.150
C–O	86	360	0.140
C=O	128	535	0.120
C–F	108	450	0.140
C–Cl	81	340	0.180
O–H	119	500	0.100
O–O	52	220	0.150
O–Si	90	375	0.160
N–H	103	430	0.100
N–O	60	250	0.120
F–F	38	160	0.140
H–H	104	435	0.074

## van der Waalsova vazba, vodíkový můstek

- je fyzikální vazba mezi dvěma dipóly
- příkladem je voda, kde H je více pozitivní než O, voda je polární molekula s vlastním elektrickým dipólem
- proto když voda tuhne, tak se uspořádává – proto má led větší objem než kapalná voda





## Kovy:

- dobrým příkladem je ocel, jedná se o slitinu železa s velmi malým množstvím příměsí
  - dá se snadno ohýbat a formovat do různých tvarů
  - je houževnatá, není křehká
  - leskne se, odráží světlo
  - vede elektrický proud

<https://www.youtube.com/watch?v=Bjf9gMDP47s>

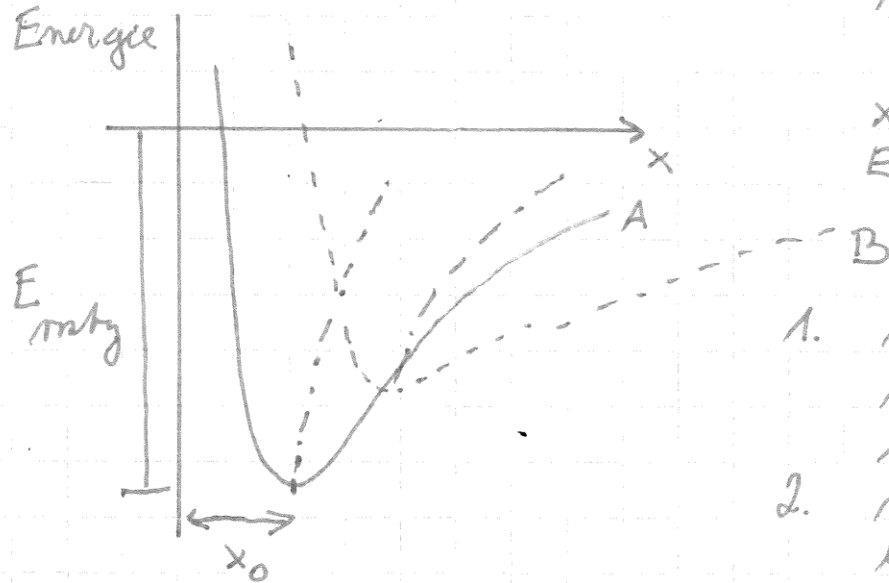
- vazebné elektrony jsou delokalizovány, tvoří elektronový plyn (moře), který prostupuje celým kovem
- tyto elektrony nepřísluší žádnému konkrétnímu atomu, nebo konkrétní dvojici atomů
- elektrony jsou extrémně pohyblivé, v elektronovém plynu existuje mnoho volných stavů a tak kovy vedou elektrický proud
- vazba není směrová, proto se atomy v kovu skládají hustě vedle sebe, kovy mají velkou hustotu
- ionty v kovu se mohou posunovat působením síly a přesto je elektronový plyn drží pospolu – houževnatost, ohebnost
- v elektronovém plynu existuje mnoho volných stavů – delokalizované elektrony lze vybudit prakticky libovolným fotonem, kovy nepropouští světlo
- sílu vazby lze odhadnout z sublimačního tepla Al – 326 kJ/mol, Mg – 148 kJ/mol, Fe 416 kJ/mol

## Kompozity:

- materiály tvořené kombinací kovů, keramik, polymerů
- cíl je vhodným způsobem zkombinovat vlastnosti různých materiálů
  
- [https://www.youtube.com/watch?v=VS\\_Kg-VEvzE](https://www.youtube.com/watch?v=VS_Kg-VEvzE)
- [https://www.youtube.com/watch?v=vexA\\_Rscx2g](https://www.youtube.com/watch?v=vexA_Rscx2g)
- <https://www.youtube.com/watch?v=wXxn-8OA8Ac>

# Teplota tání, teplotní roztažnost, modul pružnosti

## Teplotní roztažnost



A - látka, kde jsou ionty drženy silněji  
vazbou než v látce B

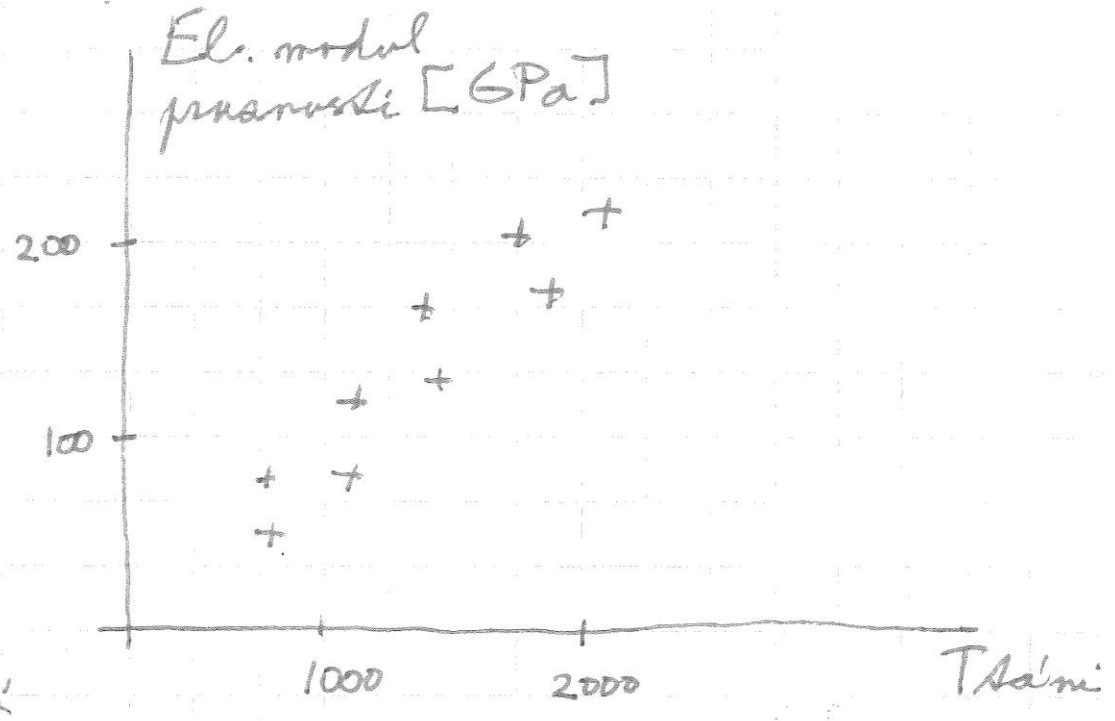
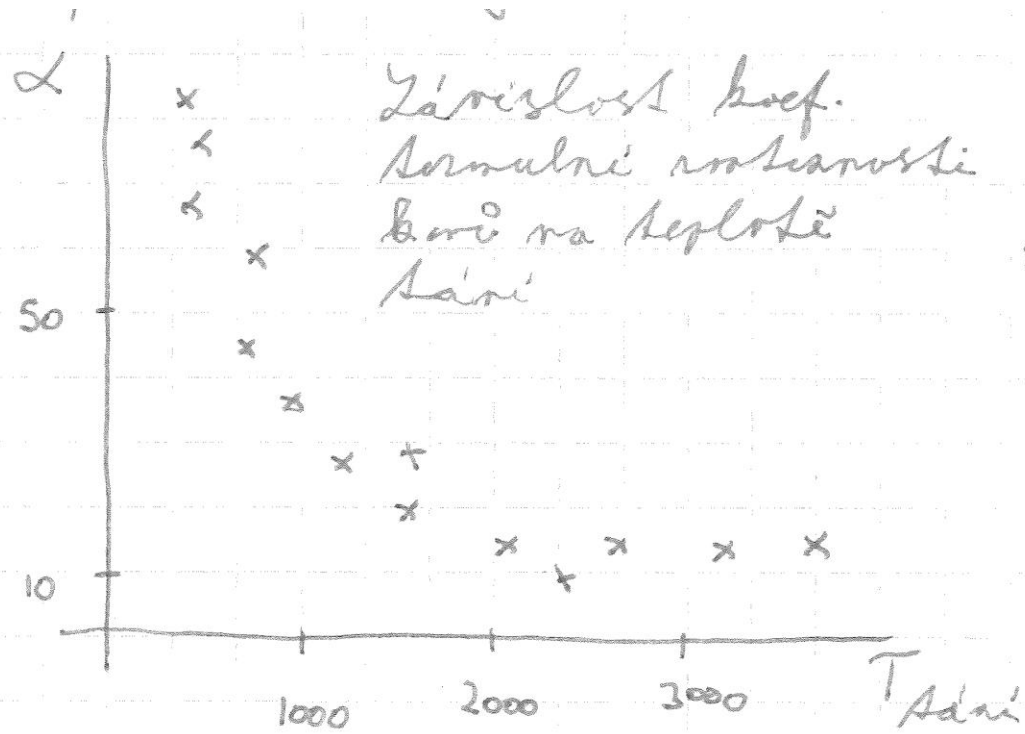
$x_0$  - rovnovážná poloha

$E_{maly}$  - energie na odstranění dvou iontů od sebe

1. látka A potřebuje větší energii na přetržení vazby než látka B, zároveň atomy jsou v rovnovážné poloze blíže u sebe
2. vlivem nesymetrie křivky  $E = f(x)$ , pokud je látka A i B dodána energie, tak její rovnovážná poloha mezi atomy se přesune - model tepelné roztažnosti
3. Materiál A bude mít menší koeficient tepelné roztažnosti než materiál B
4.  $E_{maly}$  u A je větší než u B, proto bude A mít větší teplotu tání než B
5. A má větší modul pružnosti než B

Tento koncept neplatí jen pro materiály s iontovou vazbou, ale obecně.

# Teplota tání, teplotní roztažnost, modul pružnosti



není to lineární, ale trend je jasně klesající

u kovu je to sice zsumování a poměšování ale trend je jasný 1000°C v teplotě tání udělá cca. 100 GPa v modulu pružnosti