

Pevné Látky

Jakub Rádľ

1. března 2019

Obsah

1	Pevné látky	2
2	Struktura pevných látek	2
2.1	Atomy a chemické vazby	2
2.2	Vlastnosti monokrystalů	2
2.3	Reálný krystal	4
3	Deformace látek	4
3.1	Deformace tahem	5
4	Pracovní list – odpovědi	6

1 Pevné látky

1. Jaká je nejpevnější látka? (tvrdość – diamant, tah – pavoučí vlákna, dnes uhlíková nanovlákna, ...)
2. Jaká jsou využití křemíku? (polovodiče, silikony, ...)
3. Proč mají sněhové vločky pravidelný tvar? (díky úhlům v molekule H_2O tvoří 6-úhelník, krystalizuje okolo krystalizačních jader)
4. Co je to koeficient bezpečnosti? (udává, kolikrát více produkt vydrží oproti tomu, na kolik je hodnocen)
5. Co je to nanotechnologie? (technologie $< 100\text{nm}$ např. počítačové čipy)

2 Struktura pevných látek

2.1 Atomy a chemické vazby

Vazby

- **kovalentní** (nevodiče)
- **kovová** (umožňuje volný pohyb elektronů -č vodiče)
- **iontová**
- slabé (vodíková, ...)

Rozdělení látek

- **monokrystalické** – pravidelná struktura (diamant, křemík)
- **polykrystalické** – pravidelná struktura v rozdělených oblastech na mikroskopické úrovni (kovy, led)
- **amorfní** – absolutně nepravidelná struktura (sklo, vosk, makromolekulární látky)

Mezi amorfními a polykrystalickými látkami je těžko rozlišitelná hranice.

- **směsi** (beton)

2.2 Vlastnosti monokrystalů

- **pravidelnost**
- **kmitání atomů** kolem rovnovážných poloh

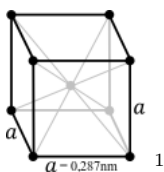
Krystalová mřížka

- určuje geometrickou souměrnost
- 7 soustav (matematicky dokázáno, že jich nemůže být více)
 - krychlová, jednoklonná, trojklonná, klencová, šesterečná, čtverečná, kosočtverečná

Elementární buňka

- základní jednotka krystalu, periodicky se opakuje

Př.: železo α



- elementární buňkou jsou pouze vnitřní jeden rohový atom

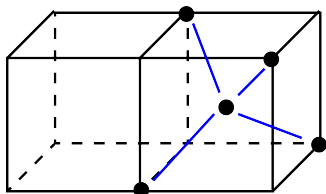
¹<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Cubic-body-centered.svg>

Př.: spočítejte hustotu železa z informací o jeho el. buňce

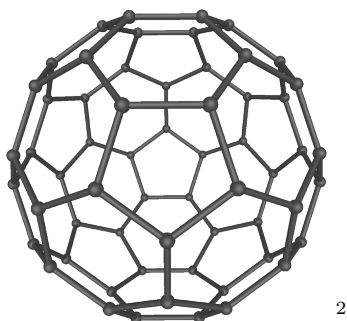
$$\bullet \rho = \frac{m}{V} = \frac{2 \cdot m_{Fe}}{a^3} = \frac{2 \cdot A_r \cdot m_u}{a^3} = \frac{2 \cdot 56 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27}}{(0.287 \cdot 10^{-9})^3} \doteq 7864 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

pozn.: Struktura a velikost krystalu se určuje pomocí rentgenové difrakce.

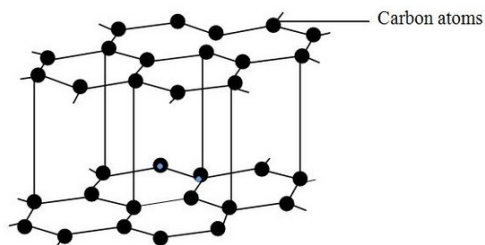
Př.: struktura diamantu



Př.: struktura fullerenu



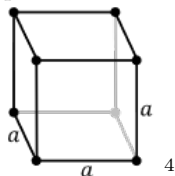
Př.: struktura grafitu



3

Př.: Typy kubické mřížky

a) prostá



4

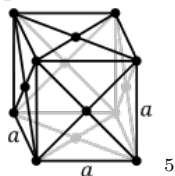
- $a = 2r$... hrana krychlové mřížky
- $n = \frac{8}{8} = 1$... počet atomů (každý z osmi atomů je v osmi buňkách zároveň)
- $V_{mřížky} = (2r)^3$
- $V_{atomu} = n \cdot \frac{4}{3} \pi r^3$
- $\frac{V_a}{V_m} = \frac{\frac{4}{3} \pi r^3}{(2r)^3} = \frac{\pi}{6} \doteq 52\%$

²<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/C60a.png>

³<https://i.stack.imgur.com/dqWRb.jpg>

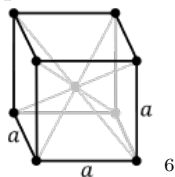
⁴<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/Cubic.svg>

b) plošně centrovaná (v každé stěně jeden navíc)



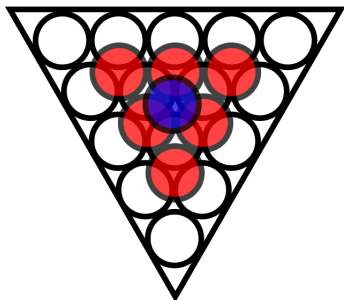
- $u = 4r = \sqrt{2}a \Rightarrow a = \sqrt{2}2r$
- $n = 1 + 3 \dots$ osm osmin v rozích + půl v každé stěně
- $\frac{V_m}{V_a} = \frac{4 \cdot (\frac{4}{3}\pi r^3)}{a^3} = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \doteq 0.74\%$

c) prostorově centrovaná (jeden navíc uprostřed)



- $4r = \sqrt{3}a \Rightarrow a = \frac{4}{\sqrt{3}}r \dots$ prostorová úhlopříčka
 - $n = 2 \dots$ osm osmin v rozích + 1 uprostřed
 - $\frac{V_m}{V_a} = \frac{2 \cdot (\frac{4}{3}\pi r^3)}{a^3} = \frac{\sqrt{3}\pi}{8} \doteq 68\%$
- \Rightarrow plošně centrovaná mřížka je nejefektivnější poskládání atomů (zabírají nejvíce prostoru buňky)

Př.: Jak nejefektivněji naskládat atomy



2.3 Reálný krystal

1. obsahuje příměsi \rightarrow změna vlastností
2. poruchy pravidelnosti
 - dislokace

3 Deformace látek

Deformace

- př.: tahem, tlakem, ohybem, kroucením
- dělení
 - elastická (= vratná)
 - plastická (= trvalá)

⁵<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c9/Cubic-face-centered.svg>

⁶<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Cubic-body-centered.svg>

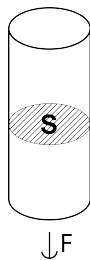
Př.: Vlas

- $F_{MAX} = 0.8N$... síla při které se vlas přetrhl
- $d = 0.07\text{mm}$
- $S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (0.07 \cdot 10^{-3})^2}{4}$
- $\sigma = \frac{F}{S} = \frac{0.8N}{1.225 \cdot 10^{-9}} = 200\text{MPa}$

Pevnost látek

- závisí na pevnosti chemických vazeb v látce

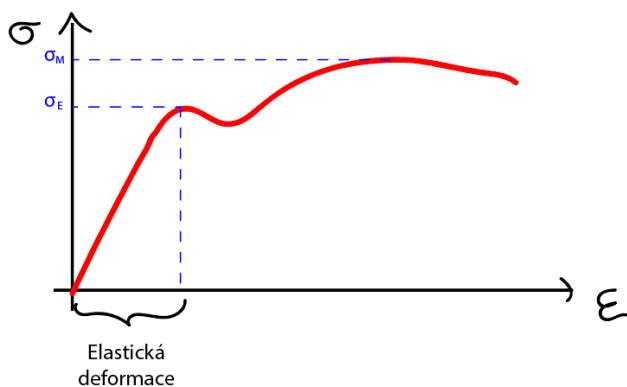
3.1 Deformace tahem



Normálové napětí

- $\sigma = \frac{F}{S}$
- $[\sigma] = \text{Pa}$

Hookeův zákon



- $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$
- ε ... relativní prodloužení
- elastická deformace: $\sigma = E \cdot \varepsilon$
- E = Youngův modul pružnosti
- $[E] = \text{Pa}$

4 Pracovní list – odpovědi

Úloha 2

1. popisuje geometrickou strukturu
2. kovová, kovalentní, iontová, slabé
3. základní jednotka mřížky
4. kmitají okolo stanovených pozic
5. v krystalické mřížce (diamant – krychlová, grafit – šesterečná více vrstev, grafen – šesterečná jedna vrstva)

Úloha 5

1. několikanásobek maximální nosnosti
2. tahem, tlakem, kroucením, ...
3. materiál je při ohybu nejnamáhanější nahoře a dole → je rozšířený
4. aby byla ohebná a deformace se neprojevovala na celém laně
5. pro lepší pevnost v tahu
6. plastická je vratná, elastická je nevratná a platí Hookův zákon (přímá úměrnost mezi prodloužením a napětím)
7. statické – pokud zatěžované těleso nezrychluje, dynamické – pokud ano
8. materiál se namáháním poruší a zničí
9. bude tvrdší a křehčí

Úloha 6

- ocel
- hliník – kola, pánve, (dural)
- titan – pevnost, kluby
- mosaz – jemné strojírenství
- (dřevo, plasty)

Úloha 7

1. mez pružnosti – konec lineární části grafu
2. $\sigma = E \cdot \varepsilon \rightarrow E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \rightarrow E = \frac{300 \cdot 10^6}{1.5 \cdot 10^{-3}} = 200 \cdot 10^9 \text{Pa} = 200 \text{GPa}$
3. $\varepsilon_{max} = 1.5 \cdot 10^{-3} = 0.15\%$
4. $50 \cdot 0.0015 = 75 \text{mm}$

Úloha 14

- $\Delta l = \Delta T \cdot \alpha \cdot l_0$
 $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta T}$