STUDIJNÍ OPORy 23 - 25

23) STRUKTURA A VLASTNOSTI PEVNÝCH LÁTEK

krystalické a amorfní látky

Látky v pevném skupenství si zachovávají tvar, pokud na ně nepůsobí vnější tlakové síly. Lze u nich sledovat pevnost, pružnost, křehkost, teplotní roztažnost. Platí že Ep molekul je mnohem větší než Ek a vzájemně na sebe v látce působí, interagují. Pevné látky můžeme dělit do dvou velkých skupiny, na krystalické a amorfní látky.

* **KRYSTALICKÉ LÁTKY**, mají pravidelné uspořádání částic (atomy, molekuly, ionty).
  + Patří zde **MONOKRYSTALY**, látky, které mají pravidelné uspořádání v celém krystalu a tvoří tak často pravidelný geometrický tvar (tzv.dalekodosahové uspořádání) – např.: NaCl, SiO2, diamant, umělý Si a Ge. Monokrystaly patří mezi **ANIZOTROPNÍ LÁTKY** – fyzikální vlastnosti jsou závislé na směru sledování krystalu (slídu snadno rozštípneme v rovině, ale těžce kolmo).
  + Většina krystalických látek je ale **POLYKRYSTALICKÁ,** skládají se z velkého počtu drobných krystalků (zrn – od 0,01 mm až do 10 mm), které mají pravidelné uspořádání, ale samotná zrna jsou uspořádána nahodile. Díky nahodilosti orientace zrn jsou polykrystaly **IZOTROPNÍ** (isos tropos), fyzikální vlastnosti jsou stejné ve všech směrech uvnitř krystalu.
* **AMORFNÍ LÁTKY**, mají uspořádání částic na velmi malé vzdálenosti (do desítek nm), tudíž se jeví spíše jako by uspořádání neměly (krátkodosahové uspořádání) – např.: sklo, vosk, PMMA. Látky jsou izotropní.

vazby v krystalech

učivo chemie 1. ročník (chemická vazba)

24) ideální krystalová mřížka

krystalové soustavy

Ideální krystalické látky se vyznačují naprosto pravidelným uspořádáním atomů, geometrické uspořádání částic v ideálním krystalu nám pak popisuje **ZÁKLADNÍ (ELEMENTÁRNÍ) BUŇKA**, která se pravidelně opakuje v celé látce a tvoří soustavu zvanou **IDEÁLNÍ KRYSTALOVÁ MŘÍŽKA.**





krychlová soustava

Příkladem základní (elementární) buňky je krychle, která může mít formy:



Buňka je popsána pomocí délky hrany elementární buňky, tato délka (a) se nazývá   
**MŘÍŽKOVÝ PARAMETR (MŘÍŽKOVÁ KONSTANTA)**

Prostá krychlová buňka se vyskytuje ojediněle (-Po), plošně centrovanou krychlovou buňku mají Al, Ni, Cu, Ag, Pb, prostorově centrovaná buňka je typická pro Li, Na, K, Cr, W.

Krychlové buňky složitějšího typu tvoří i NaCl, LiF, AgBr, MgO, PbS, KCl.



Diamant, germanium, křemík tvoří také zvláštní strukturu, kdy je každý atom obklopen 4 dalšími stejně vzdálenými atomy a tvoří tak pravidelnou krychlovou soustavu.

Úlohy:

**1) Kolik atomů v krystalové mřížce hliníku připadá na jednu elementární buňku, která je plošně centrovaná? Jakou má hliník hustotu, pokud a=0,405 nm**

a) Jedna elementární buňka má 14 atomů, každý vrchol je společný 8 buňkám, každá strana 2 buňkám ⇒ .

b) hmotnost jedné buňky , objem této buňky je , pak platí .

**2) Kolik kationtů a aniontů přísluší jedné základní buňce v kryst. mřížce NaCl?**

Kationty ⇒ v rozích 8, na stranách 6 ⇒ 4 na buňku  
Anionty ⇒ 12 na stranách pro 4 buňky, 1 uprostřed ⇒ 4 na buňku



25) poruchy krystalové mřížky

Monokrystaly v realitě však nejsou tak dokonale seřazené armády atomů, jak se o nich píše v předchozí kapitole. Monokrystaly mají své odchylky od pravidelného uspořádání, které nazýváme **PORUCHY – DEFEKTY**. Ty mohou být bodové, čárové a plošné.

* **BODOVÉ PORUCHY**:
  + VAKANCE: porucha vzniklá neobsazením rovnovážné polohy částice v krystalové mřížce (částice unikne ze své polohy). Uměle lze poruchu vyvolat ozářením.
  + INTERSTICIÁLNÍ POLOHA: porucha se projevuje tím, že se částice objeví v místě mimo pravidelný bod krystalové mřížky. Porucha souvisí s vakancí ⇒ pokud částice unikne, tak se nutně musí někde objevit.
  + PŘÍMĚSI: jedná se o cizí částice, které se vyskytují v krystalu daného chemického složení. Rozlišujeme částice absorbované (intersticiální poloha) ⇒ vodík, uhlík, kyslík, dusík v kovech a částice zapojené do vlastní krystalové mřížky (B, P, As vpravený tavbou do Si, Ge).

**PŘÍMĚSI** mají obrovský praktický význam: výroba oceli (absorpce prvků), výroba polovodičů (diody, tranzistory,aj.), výroba umělých krystalů (rubín).

Ukázky bodových poruch



vakance intersticiální poloha příměs

* ČÁROVÉ PORUCHY (DISLOKACE):

Podstatou poruchy je posunutí skupiny atomů vůči jiné skupině, což způsobí změnu pravidelnosti pouze podél křivky ohraničující posunuté oblasti. Dislokace většinou začínají a končí na povrchu krystalu nebo tvoří uzavřené smyčky. V praxi se poruchy nesnažíme odstraňovat, ale naopak se je snažíme využít



* PLOŠNÉ PORUCHY:

Pokud ochlazujeme taveninu velmi pomalu, tak je velká pravděpodobnost, že nevzniknou poruchy. V praxi ale při chlazení vznikají v látce zrna a získáváme polykrystalickou látku. Hranice zrn významně ovlivňují fyzikálně chemické vlastnosti – oblast studují materiáloví inženýři.

STUDIJNÍ OPORy 26 - 28

26) DEFORMACE PEVNÉHO TĚLESA

Pevná tělesa si díky vazbám zachovávají stálý tvar. Pokud ale vlivem vnější síly způsobíme změnu vzájemné polohy částic, pak může dojít ke změně tvaru, rozměrů, objemu, ale i ke vzniku prasklin. Vnější síla tedy způsobila **DEFORMACI TĚLESA**. Deformace může být dvojího druhu:

* **pružná (elastická)** – deformace vymizí, pokud přestane působit vnější síla (ohnutí ocelového pásku, pružina)
* **tvárná (plastická)** – deformace přetrvává i po odstranění deformační síly (kování, válcování)

Pochopitelně v praxi je deformace kombinací obou variant deformace.

Deformace popisována v pV nebo pT diagramu. Je nutné popsat, za jakých vlivů je deformace prováděna (chemie, záření, teplo, aj.). Účelově deformaci provádíme po dokonalé standardizaci v lisovacích strojích, tlakových celách (prostor s pístem vyplněný termočlánky), vyhodnocení zvládají laserová bezdotyková zařízení.

jednoduché deformace

* **DEFORMACE TLAKEM**

Deformační síly působí dovnitř tělesa, v praxi využíváme směr působení splývající s osou souměrnosti tělesa (pilíře, nosníky, podpěry). Technici užívají přibližující se desky konstantní rychlostí, mezi nimi je zkoumané těleso, zařízení vyhodnocuje změnu rozměrů se vzrůstající deformační silou.



* DEFORMACE TAHEM

Deformační síly působí ven z tělesa, v praxi využíváme směr působení splývající s osou souměrnosti tělesa (ocelové lano výtahu, guma, pružina). Technici užívají trhací stroj, kdy zkoumané těleso dáme do čelistí a postupně je oddalujeme, vyhodnocuje se, při jaké síle dojde k přetržení tělesa.



* **DEFORMACE OHYBEM**

Deformační síla je kolmá k podélné ose podepřeného tělesa, dolní vrstvy se deformují tahem a horní tlakem (podpěry, mosty, poličky).



* **DEFORMACE SMYKEM**

Deformační síly jsou tečné a působí na horní a dolní podstavu tělesa, způsobují vzájemnou změnu vzdálenosti těchto vrstev (nýt, šroub).



* **DEFORMACE KROUCENÍM**

Deformační síly tvoří dvě silové dvojice se stejně velkými a opačnými momenty (hřídele, vrtáky, šrouby).



27) PARAMETRY DEFORMACE

SÍLA PRUŽNOSTI

Pokud těleso namáháme tahem, tak důsledkem je zvětšování vzdálenosti mezi částicemi, které na sebe vzájemně působí. Částice se od sebe nechtějí vzdalovat a deformaci tahem brání (akce – reakce).

**DŮSLEDKEM PŮSOBENÍ VNĚJŠÍCH DEFORMUJÍCÍCH SIL JSOU VNITŘNÍ SÍLY PRUŽNOSTI Fp UVNITŘ TĚLESA**

Graficky:



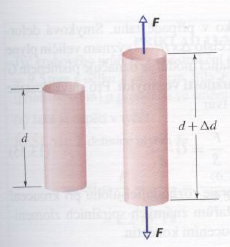
U pružně deformovaného tělesa působí na plochu libovolného příčného řezu z obou stran síly pružnosti. Platí: 

normálové napětí

Pokud síla pružnosti působí na plochu, tak nutně musí vyvolat napětí, stav napjatosti, určitý „TAH “. Tento jev popisujeme veličinou NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ: 

Je zřejmé, že čím bude síla pružnosti větší, tím bude normálové napětí růst, ale pozor ideálně tento vztah platí JEN PRO PRUŽNOU DEFORMACI.

relativní (poměrné) prodloužení



 RELATIVNÍ PRODLOUŽENÍ

bez jednotky, hodnota uváděna v procentech

hookův zákon

Známe tedy už tři parametry Fp , N ,  ⇒ víme, že s rostoucí Fp se zvyšuje i N. Souvisí ale spolu také Fp a N? Již v roce 1676 anglický fyzik **Robert Hook** odpozoroval, že:

**NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ JE PŘI PRUŽNÉ DEFORMACI PŘÍMOÚMĚRNÉ RELATIVNÍMU PRODLOUŽENÍ TĚLESA: N ~ **

Pro kvantitativní účely bylo nutné pro jednotlivé materiály nalézt konstantu, díky které by závislost přešla v rovnost ⇒

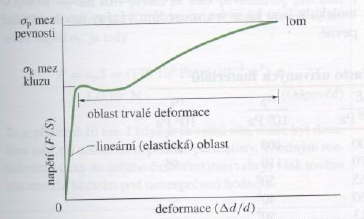


Nová konstanta se nazývá **MODUL PRUŽNOSTI** v tahu (tlaku), je pro materiály v tabulkách a jednotkou je Pascal.

křivka deformace

Vyplývá z Hookova zákona. Představme si trhací stroj a materiál, na který působíme ⇒ zařízení odečítá do grafu, k jakému prodloužení dojde při působení deformační síly, která vyvolá normálové napětí v materiálu.

Křivka deformace je tedy závislost NORMÁLOVÉHO NAPĚTÍ NA RELATIVNÍM PRODLOUŽENÍ:



* Deformace je na počátku PRUŽNÁ, platí tedy Hookův zákon, křivka je přímou úměrou až po tzv. MEZ ÚMĚRNOSTI u, kdy Hookův zákon platit přestává.
* Následně dochází k DOPRUŽOVÁNÍ až po MEZ KLUZU E (pryžová hadice a její pozvolný návrat do původního stavu).
* Po překročení této meze je deformace PLASTICKÁ. Nejprve dochází k tečení materiálu a poté k jeho zpevnění do MEZE PEVNOSTI P.
* Po překročení této hodnoty dochází k poruše soudržnosti materiálu. V praxi užíváme také dov , což je největší přípustná technická hodnota normálového napětí, kterou připouštějí předpisy, pro klasifikaci materiálu lze poté užít SOUČINITEL BEZPEČNOSTI kb = p / dov

28) teplotní roztažnost pevných látek

pokus

Za pokojové teploty kulička jednoduše projde kruhovým otvorem, ale pokud ji necháme nad ohněm, tak po chvíli kulička stejným otvorem neprojde. PROČ? Se změnou teploty částice získávají větší EK a více se od sebe vzdalují – tento fyzikální jev nazýváme **TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST.**

délková teplotní roztažnost



Na čem závisí prodloužení délky tělesa Δl ?

a) Δl ~ Δt … s rostoucí teplotou roste i prodloužení tělesa.

b) Δl ~ l … čím delší je těleso, tím větší prodloužení sledujeme.

c) Δl ~ vlastnosti materiálů ⇒ Δl ~ …**TEPLOTNÍ SOUČINITEL** **DÉLKOVÉ ROZT.**



objemová teplotní roztažnost

V praxi se však u těles nemění délka jen jednoho rozměru, ale mění se délka tělesa v 3D ⇒ mění se tedy objem tělesa

praxe

Mosty na ocelových válcích, průvěs kovových lan a drátů, netěsné zazdívání kovových kotlů, pružná kolena potrubí s horkou párou, ploty a zahrady, délkové ethalony (Ir, Pt, Fe+Ni ⇒ INVAR), materiály s podobnými teplotními součiniteli ⇒ ocelobeton, plomba v zubu, deformace bimetalu.

!!! dentin a sklovina zubu mají různé  a při prudkých změnách Δt může dojít k narušení skloviny zubu !!!

!!! má vliv horká voda na roztažnost lidského těla (tělo ve vaně)? Ne, roztažnost těla je velmi malá,  = 10-4 K-1 !!!

1) Ocelový drát (=11,5.10-6 K-1) má při teplotě -15°C délku 100m. Jaká bude délka při teplotě 45°C.

2) Hliníková nádoba má při 60°C objem 1004 ml, jaký bude objem při 20 °C?