

2.4.3 Reálný krystal

Předpoklady: 2402

Pedagogická poznámka: Pokud jste v časovém skluzu doporučuji tuto hodinu nechat studentům k samostudiu. Neobsahuje nic, co by studenti nepochopili sami, i v případě, že si látku neprojdou nebude Vám to komplikovat postup v dalších hodinách.

Reálný krystal má stejně jako všechno reálné na rozdíl od ideálního mnoho nedostatků – odchylek od pravidelného rozložení částic \Rightarrow **poruchy krystalové mřížky**.

1) bodové poruchy

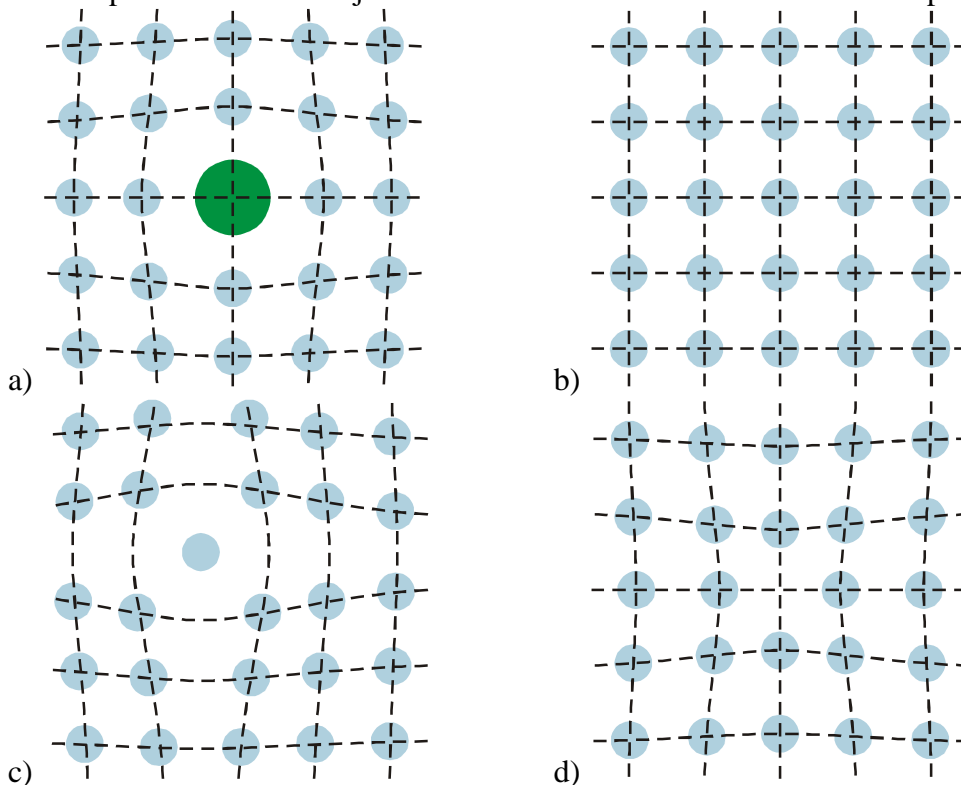
a) vakance – neobsazená poloha v krystalové mřížce chybí částice, často důsledek tepelného pohybu nebo ozáření vysokoenergetickým zářením (RTG, elektrony, ..)

b) intersticiální poloha – částice, která se nachází mimo pravidelný bod krystalové mřížky. Často jde o částice, které unikly z místa vakancí

c) příměs - cizí částice v krystalu

- v intersticiální poloze – například kyslík, uhlík v kovech
- v bodě vlastní částice mřížky – příměsi v polovodičích (změna vodivosti), úprava krystalů Al_2O_3 pomocí iontů Cr^{3+} na rubín (do laserů)

Př. 1: Najdi na obrázku znázornění jednotlivých bodových poruch krystalové mřížky. Která z poruch není ani na jednom z obrázků? Nakresli znázornění této poruchy.



Jednotlivá znázornění:

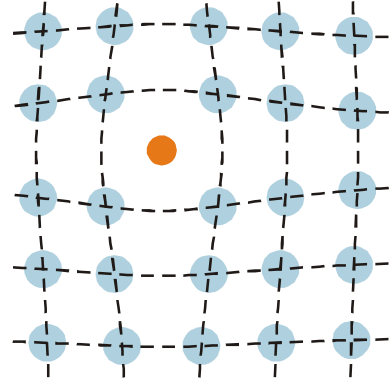
a) příměs v bodě vlastní částice mřížky

b) ideální mřížka bez poruchy

c) intersticiální poloha

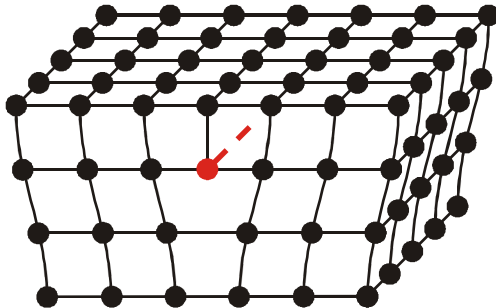
d) vakance

Na žádném obrázku není příměs v intersticiální poloze:



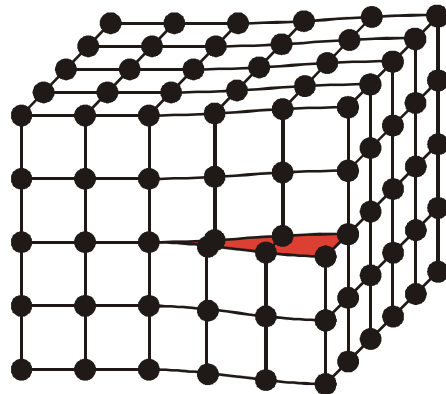
2) čárové poruchy (dislokace)

hranová dislokace



Do krystalu je navíc vložena hrana sestavená z atomů.

šroubová dislokace



Část krystalu je posunuta o jednu řadu atomů.

Dislokace mají obrovský vliv na pevnost krystalických látek, která je u reálných krystalů asi 0,1% pevnosti, kterou by měly ideální krystalů. U ideálního krystalu bychom museli přerušit všechny vazby mezi dvě vrstvami naráz, u reálného postupně přerušujeme nejvíce namáhané vazby v blízkosti dislokace.

3) plošné poruchy

4) objemové poruchy

Typy krystalů podle vazeb mezi částicemi

1) Iontové krystaly

alkalické halogenidy ($NaCl$, KBr , ...), oxidy alkalických kovů (CaO)

silná vazba mezi kationtem a aniontem \Rightarrow vysoká teplota tání, elektrické izolanty (neobsahují volné ionty, jejich roztoky a tavenina, naopak vedou dobře), tvrdost, křehkost (při mechanickém namáhání se mohou ionty dostat do blízkosti stejného druhu iontů a tím vytvořit v krystalu odpudivé síly)

2) Kovalentní krystaly

diamant, křemík, germanium

atomy jsou vázány sdílenými elektronovými páry \Rightarrow všechny atomy vytvářejí jednu obrovskou makromolekulu (makrokystal)

vazby jsou pevné a většinou stejně silné \Rightarrow tvrdé látky (diamant nejtvrdší nerost vůbec), nevodivé nebo polovodiče, nerozpustné v běžných rozpouštědlech

3) Kovové krystaly

Cu, Fe, Al

kovová vazba - mřížka z kladných iontů s delokalizovanými elektrony (elektronový plyn) \Rightarrow malá tvrdost, vysoká kujnost a tažnost, tepelná a elektrická vodivost, pohlcují světlo

4) Krystaly s vodíkovou vazbou

H₂O, organické sloučeniny

vodíkový můstek (například mezi zápornějšími atomy kyslíku a kladnějšími atomy vodíku v sousedních molekulách) \Rightarrow mnoho volného místa v krystalové mřížce (hustota ledu je menší než hustota vody)

5) Molekulové krystaly

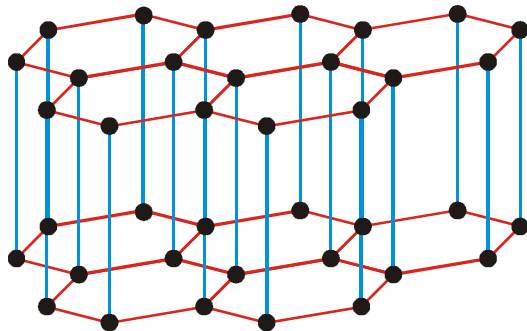
netečné plyny (pevné jen při velmi nízkých teplotách), methan, kyslík, parafín

Částice spojeny slabou van der Waalsovou vazbou \Rightarrow měkké, z nízkou teplotou tání.

V reálných krystalech se nejčastěji uplatňuje více druhů vazeb:

karbidy: kombinace kovové a kovalentní vazby

grafit: kovalentní vazba uhlíkových atomů do sítě pravidelných šestiúhelníků (na obrázku červeně), van der Waalsova vazba mezi vrstvami ze šestiúhelníků (na obrázku modře)



Př. 2: Zkus vysvětlí, jak souvisí vnitřní skladba krystalu grafitu s tím, že jej používáme jako tuhu v tužce.

Při psaní tužkou se tuhy odlupují kousičky grafitu. Zřejmě dochází k přetrhání slabých van der Waalsových vazeb mezi vrstvami v krystalu.

Shrnutí: