

Úvod do materiálového inženýrství

IV. přednáška:

Kovové materiály

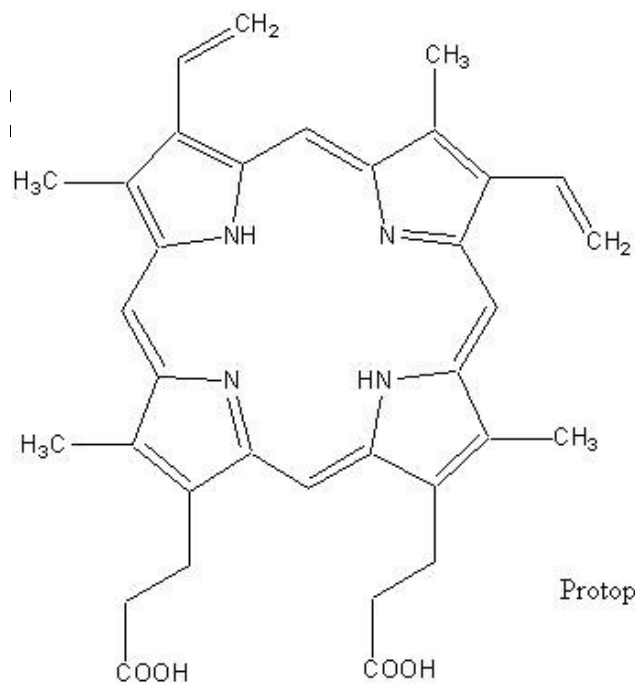
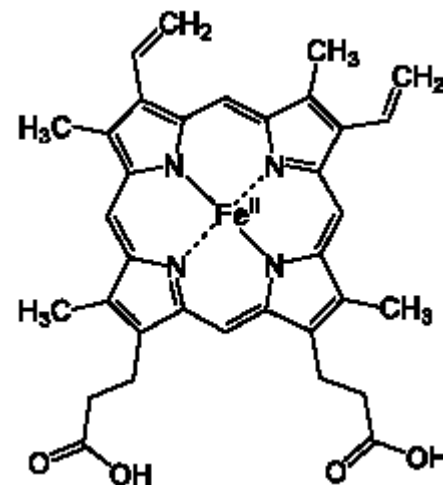
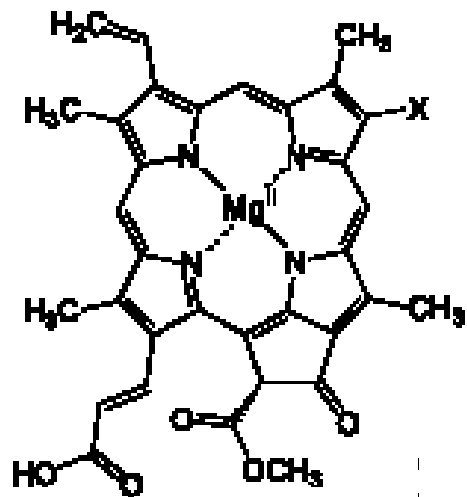
Aleš Mráček



Základní definice společných fyzikálních vlastností

- Tvárnost (kujnost), houževnatost – schopnost trvalé (plastické) deformace – zpracování kovů
- Elektrická vodivost
- Tepelná vodivost
- „Kovový lesk“, odrazivost VIS záření

Kovy – důležité prvky pro existenci života



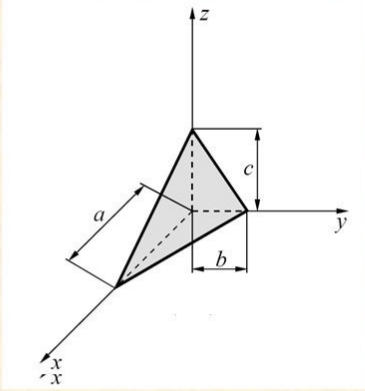
Protoporphyrin IX

Krystalická struktura její poruchy

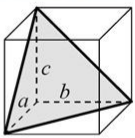
Základní krystalové mřížky kovů				
Mřížka	Schéma základní buňky	Počet nejbližších sousedů	Vyplnění prostoru	Typické kovy
Jednoduchá kubická		6	52 %	žádné
Kubická prostorově centrovaná		8	68 %	Fe, Cr, Mn, Cb, W, Ta, Ti, V, Na, K
Kubická plošně centrovaná		12	74 %	Fe, Al, Cu, Ni, Ca, Au, Ag, Pb, Pt
Hexagonální nejtěsnějšího uspořádání		12	74 %	Be, Cd, Mg, Zn, Zr

Millerovy indexy

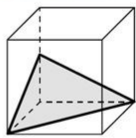
- značení krystalografických rovin (h k l), které určují orientaci krystalografické roviny vůči osám x, y, z



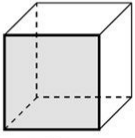
$$(hkl) = \left(\frac{1}{a} \frac{1}{b} \frac{1}{c} \right)$$



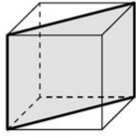
(111)



(112)

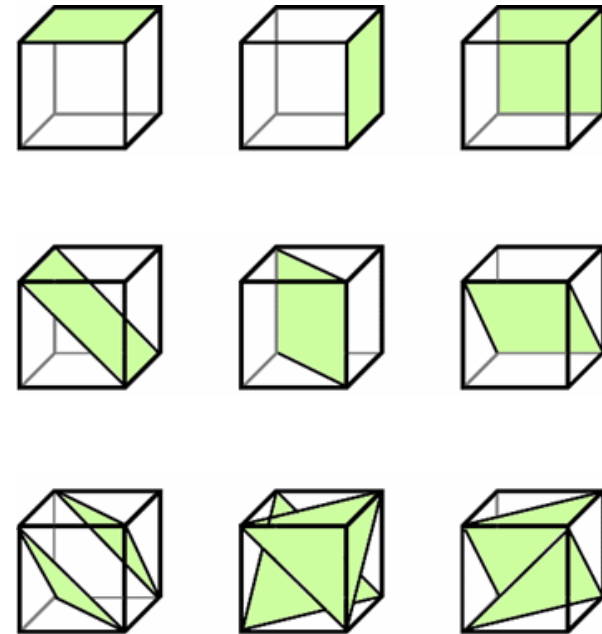


(100)



(110)

$\left(\frac{111}{111} \right) = (111)$	$\left(\frac{111}{111/2} \right) = (111)$
$\left(\frac{111}{1 \infty \infty} \right) = (100)$	$\left(\frac{111}{11 \infty} \right) = (110)$



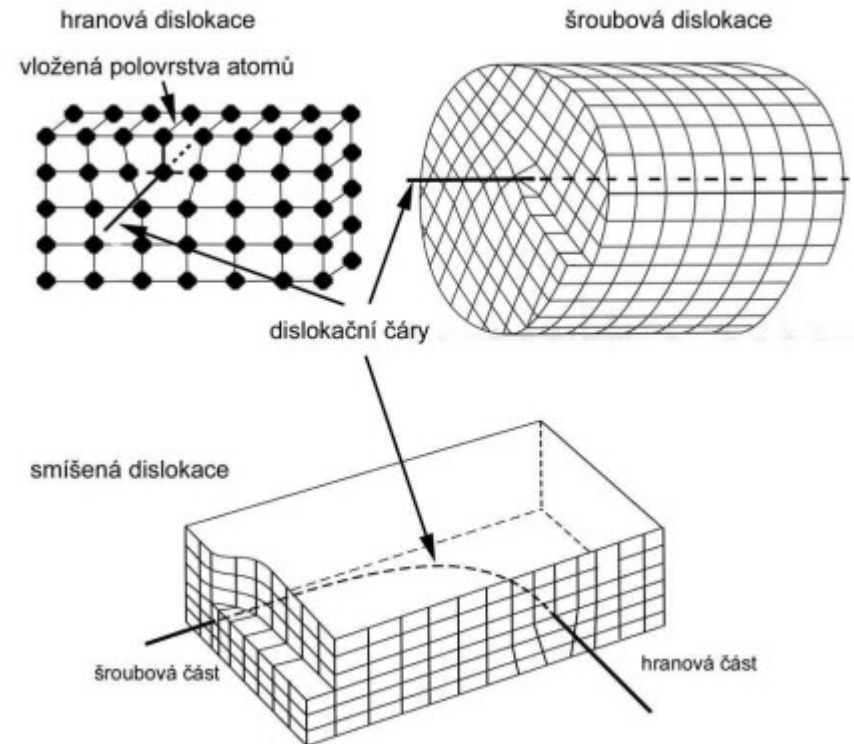
Krystalická struktura její poruchy

Bodové poruchy – vakance, intersticiály a substituce

Čárové poruchy – dislokace

Plošné poruchy – hranice zrn (polykrystaly),
mezifázové hranice a povrch krystalu

Prostorové poruchy – dutiny, trhliny, vměstky



Difúze a fázové přeměny

- přenos hmoty – atomy, ionty, molekuly i vakance se pohybují
- tepelný pohyb částic (ve všech skupenstvích)
- v pevné fázi – jediný přenos hmoty
- zmenšování koncentračních rozdílů
- může mít pozitivní (při žíhání) i negativní dopady (difúze vakancí)
- difúze z hlediska entropie

Složka

- látková „náplň“ soustavy
- účastní se reakcí v soustavě, ale je konstantní prvek nebo sloučenina

Fáze

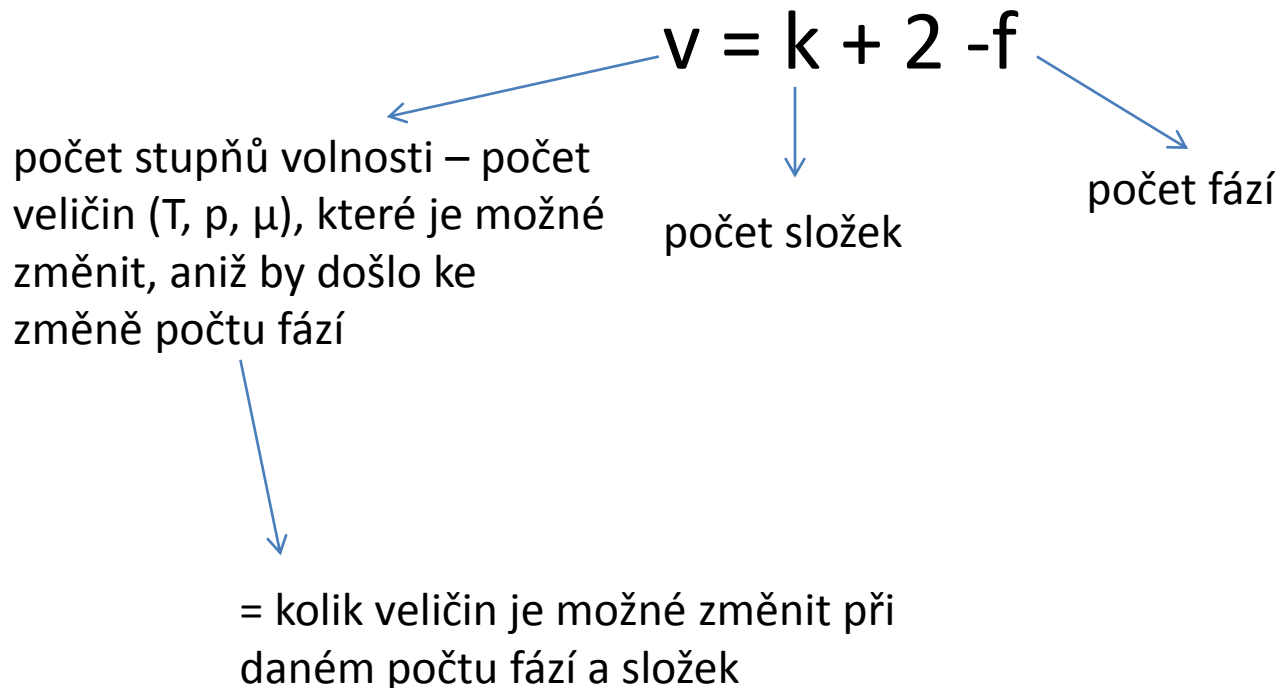
- homogenní oblast tvořená jednou nebo více složkami
- vykazuje určité chemické či fyzikální vlastnosti, vlastní krystalovou stavbu, je oddělena plochou (fázovým rozhraním) – skoková změna vlastností
- tři termodynamických změnách stavových veličin fáze vznikají, zanikají nebo se transformují jedna v druhou

Slitina

- soustava dvou a více složek
- čisté kovy se téměř nevyskytují
- jako celek mají odlišné vlastnosti než jednotlivé složky, kterými jsou tvořeny
- ve srovnání s čistými kovy jsou slitiny obvykle tvrdší, mají vyšší pevnost, nižší tvárnost a vodivost (poruchy) a horší korozní odolnost

Fázové pravidlo

- Maximální počet fází – Gibbsovo pravidlo:

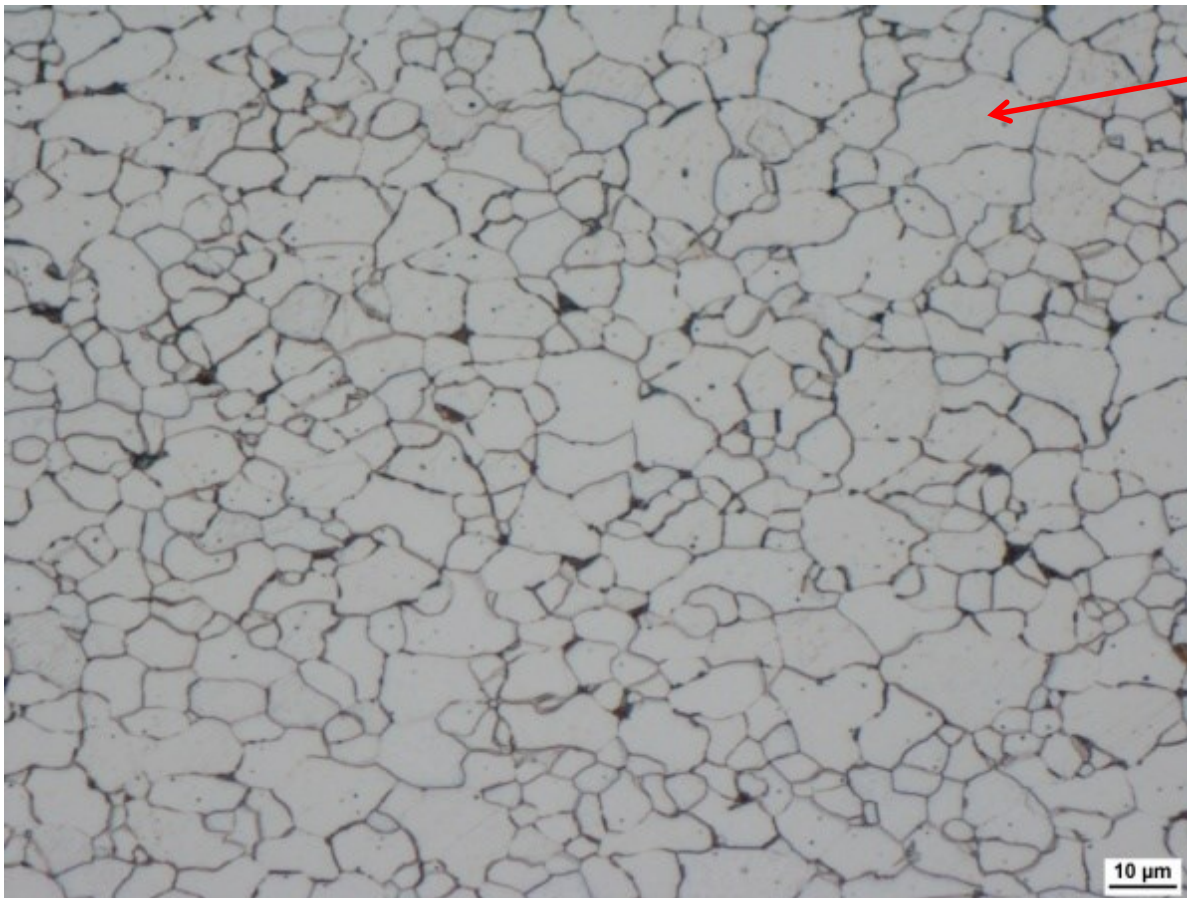


Mikrostruktura kovů

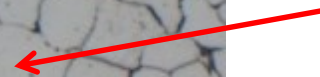
- v hrubším měřítku – „FÁZE“ – útvary složené z mnoha atomů. Fáze se liší svou krystalickou strukturou, chemickým složením a fyz. vlastnostmi (ocel – α -železo, karbid železa Fe_3C , litina - α -železo, karbid železa Fe_3C + grafit)
- poruchy ve větším rozsahu
- technologické zpracování = různá mikrostruktura, zcela odlišné mechanické vlastnosti (vyžíhaná ocel – rel. měkká a plastická, kalená ocel – velmi tvrdá a křehká)

Mikrostruktura kovů

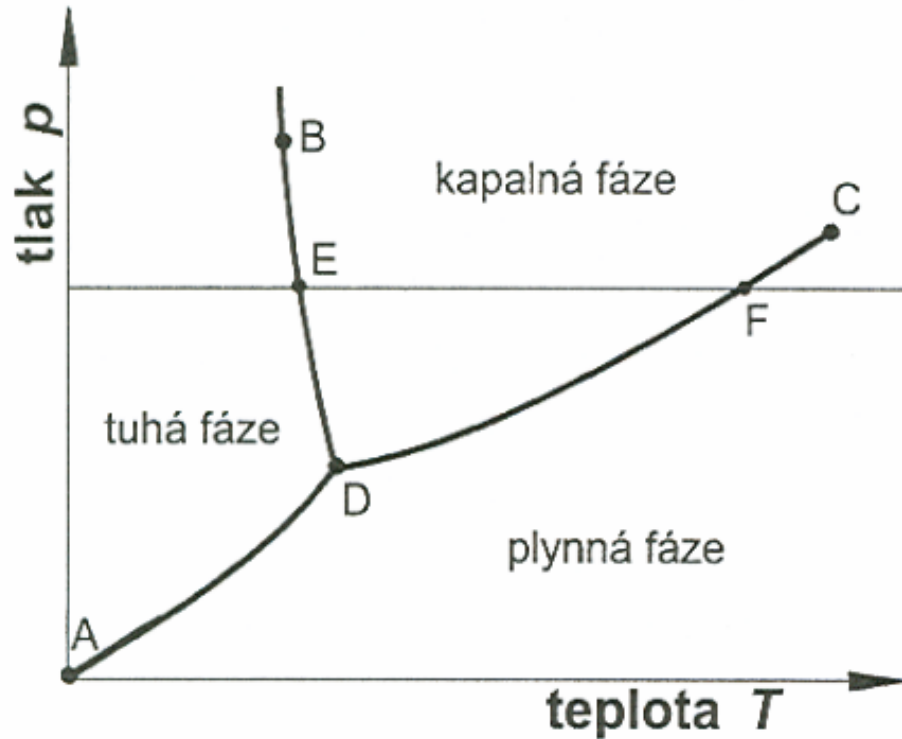
- „Čisté kovy“ – jednofázové, zrna – různá orientace krystalické mřížky, polykrystalické – tvar a velikost zrn. – různé mechanické vlastnosti



ferit - α -železo



Fázový diagram

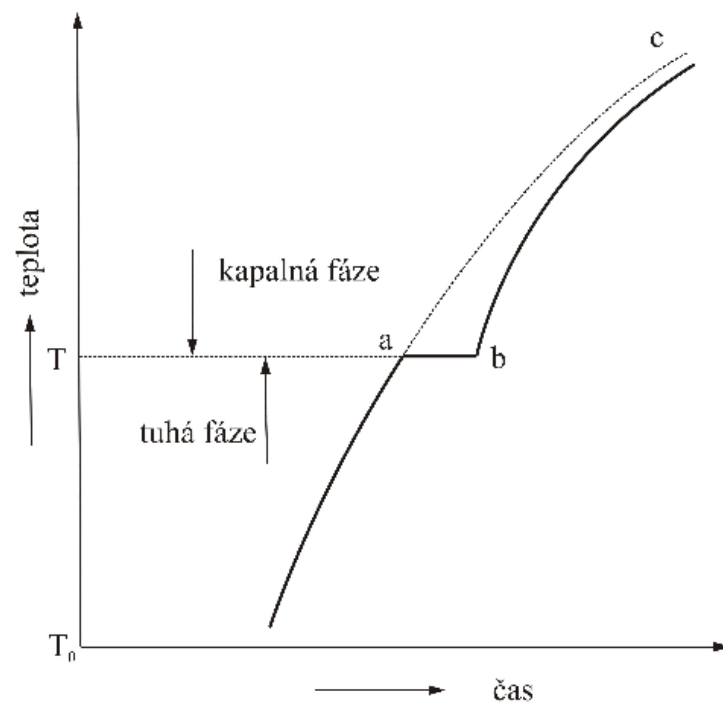
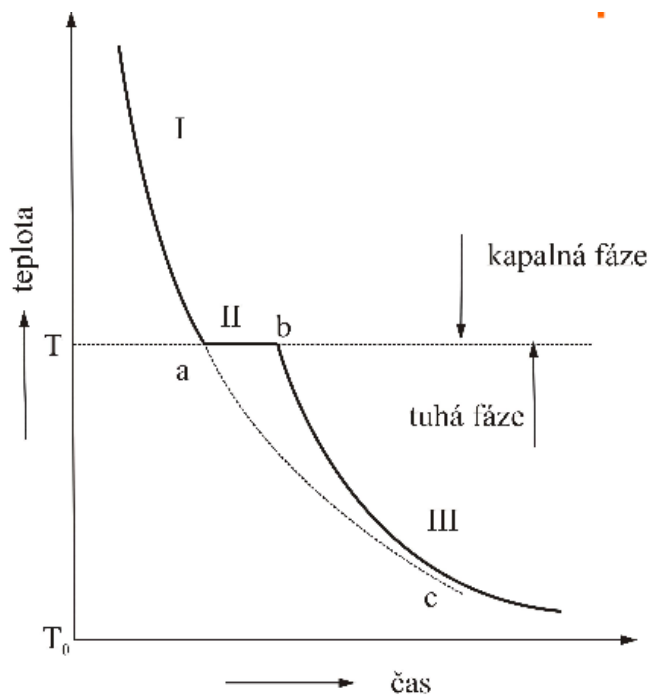


$$L_s = L_v + L_t$$

Binární rovnovážné diagramy

podávají kvalitativní i kvantitativní popis fází, které jsou v rovnováze v dvousložkových soustavách v závislosti na teplotě a poměru složek (tlak a objem považujeme za konstantní)

Křivky chladnutí a ohřevu



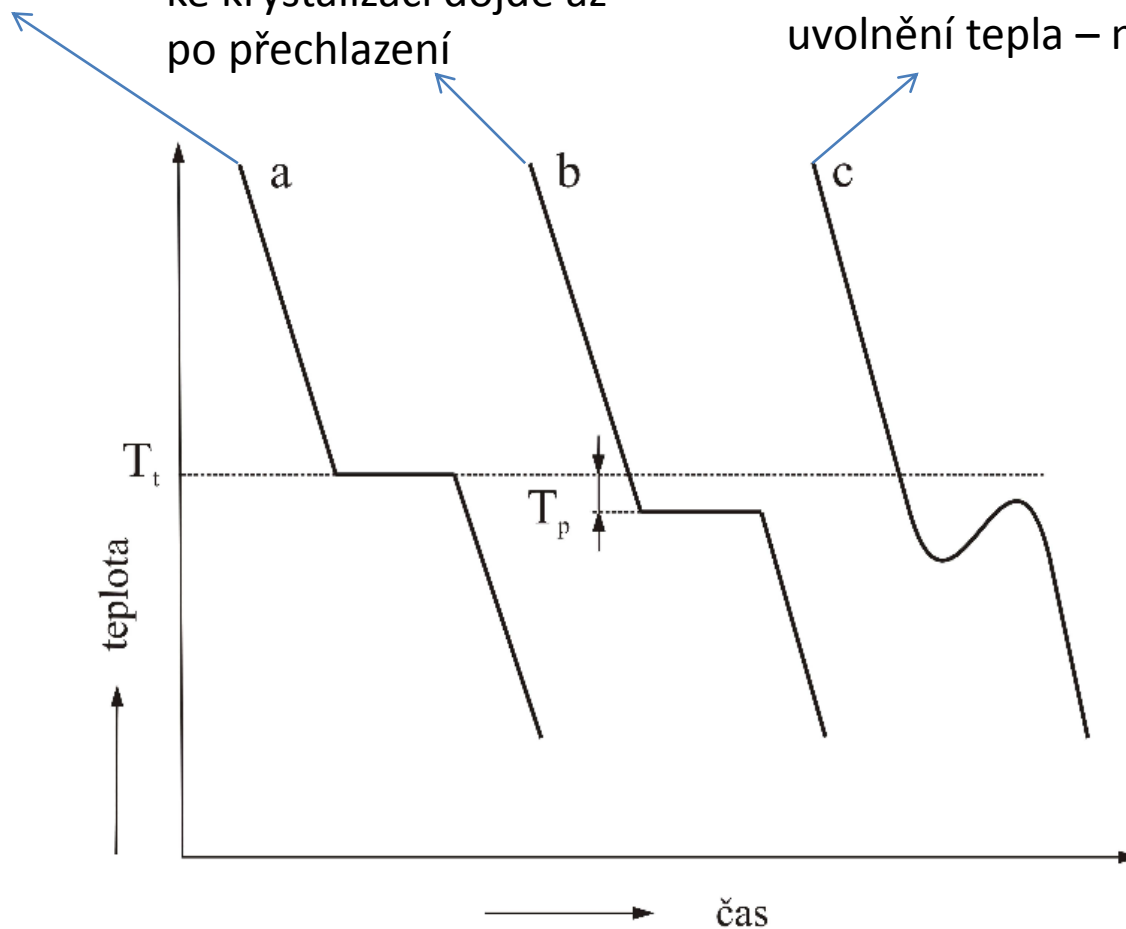
Binární rovnovážné diagramy

Křivky chladnutí a ohřevu

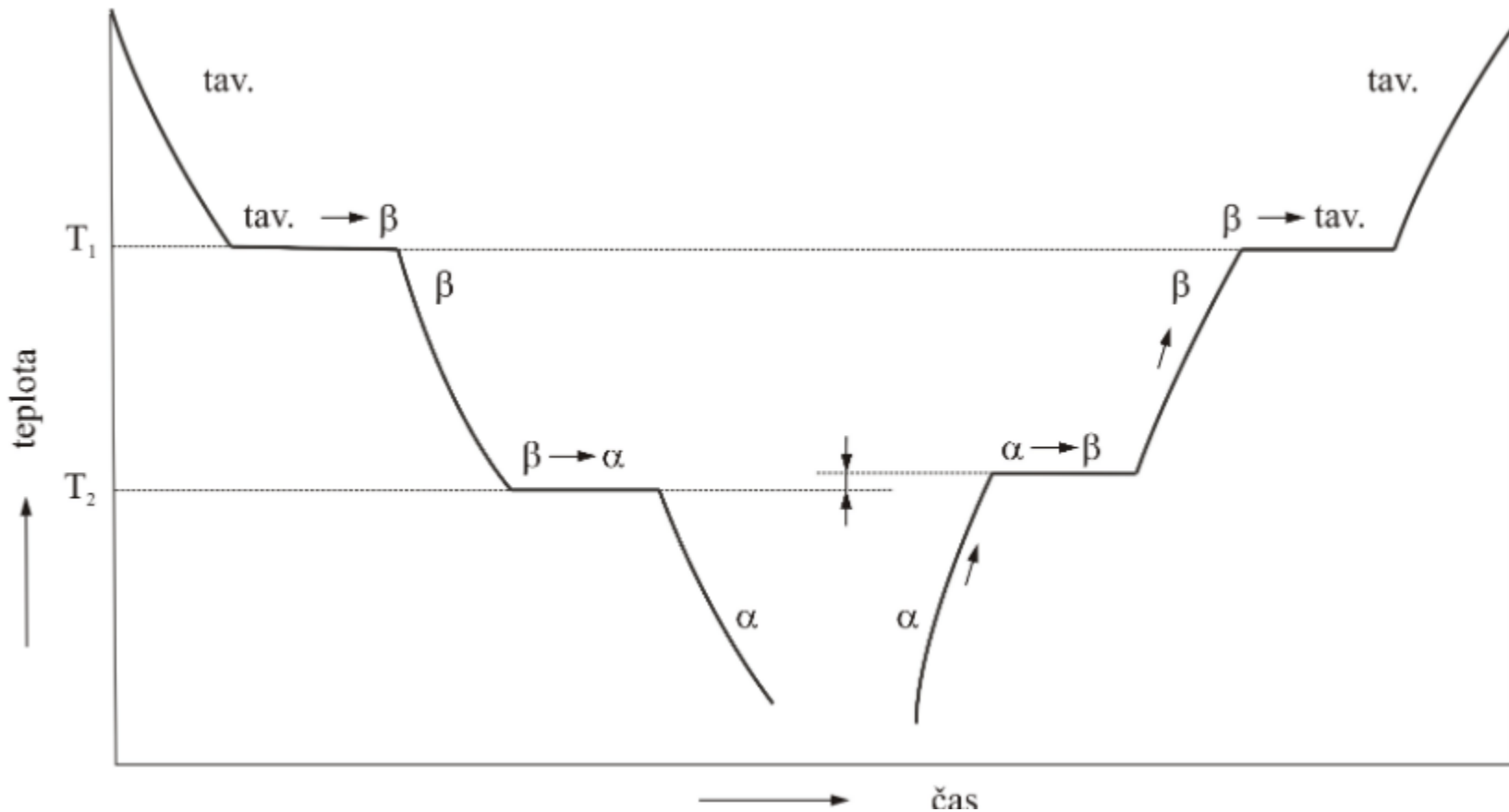
Ideální stav

ke krystalizaci dojde až po přechlazení

krystalizace – exotermický děj – uvolnění tepla – nárůst teploty

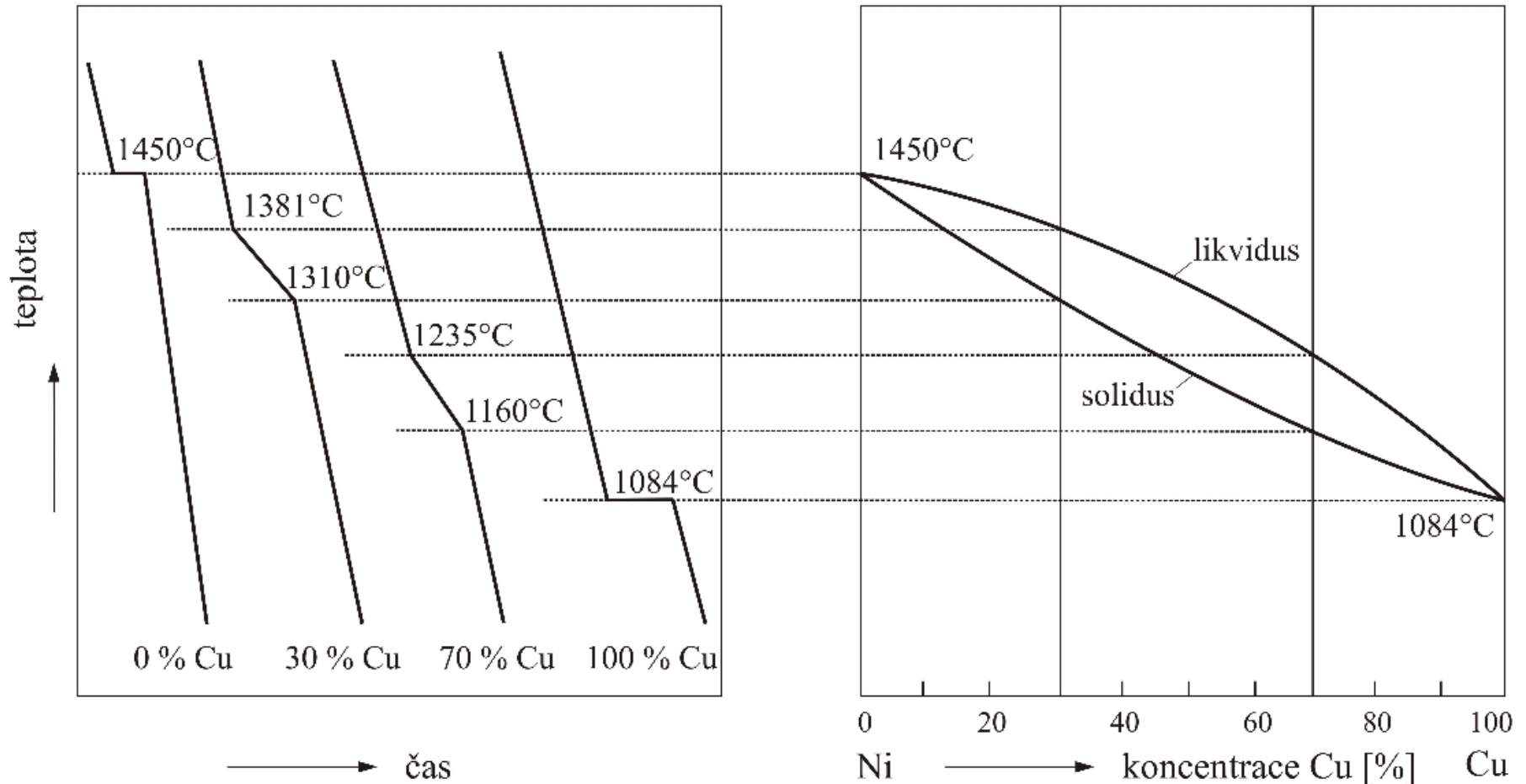


Křivky chladnutí a ohřevu polymorfního kovu (krystalické formy – alotropické modifikace)



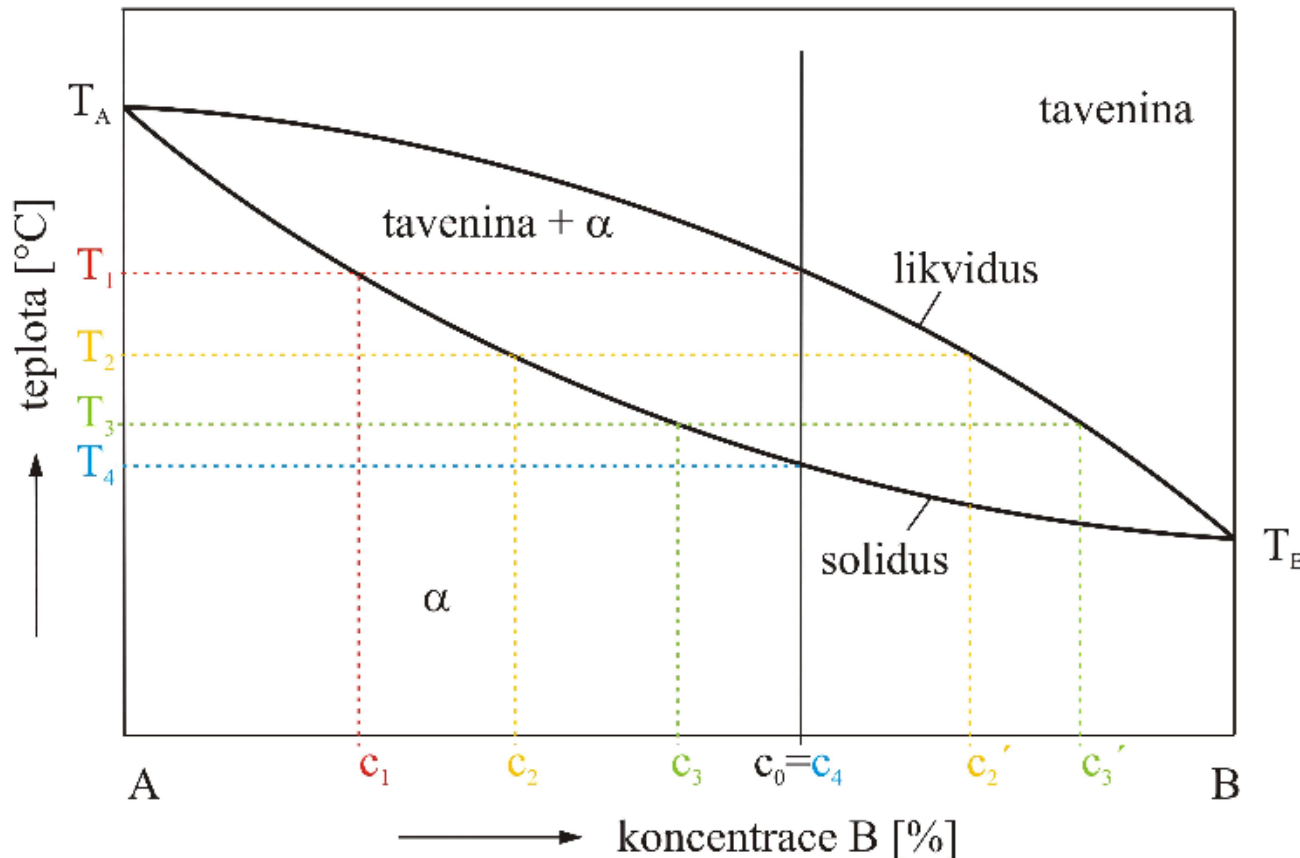
Křivky chladnutí slitiny

Stejné chemické složení X různá mikrostruktura = jiný technologický postup



Binární rovnovážný diagram plně rozpustných složek v tuhém stavu

Ni-Cu, Au-Ag, Au-Pt – struktura je po ukončení krystalizace tvořena „tuhým“ roztokem α se stejným složením jako měla výchozí tavenina

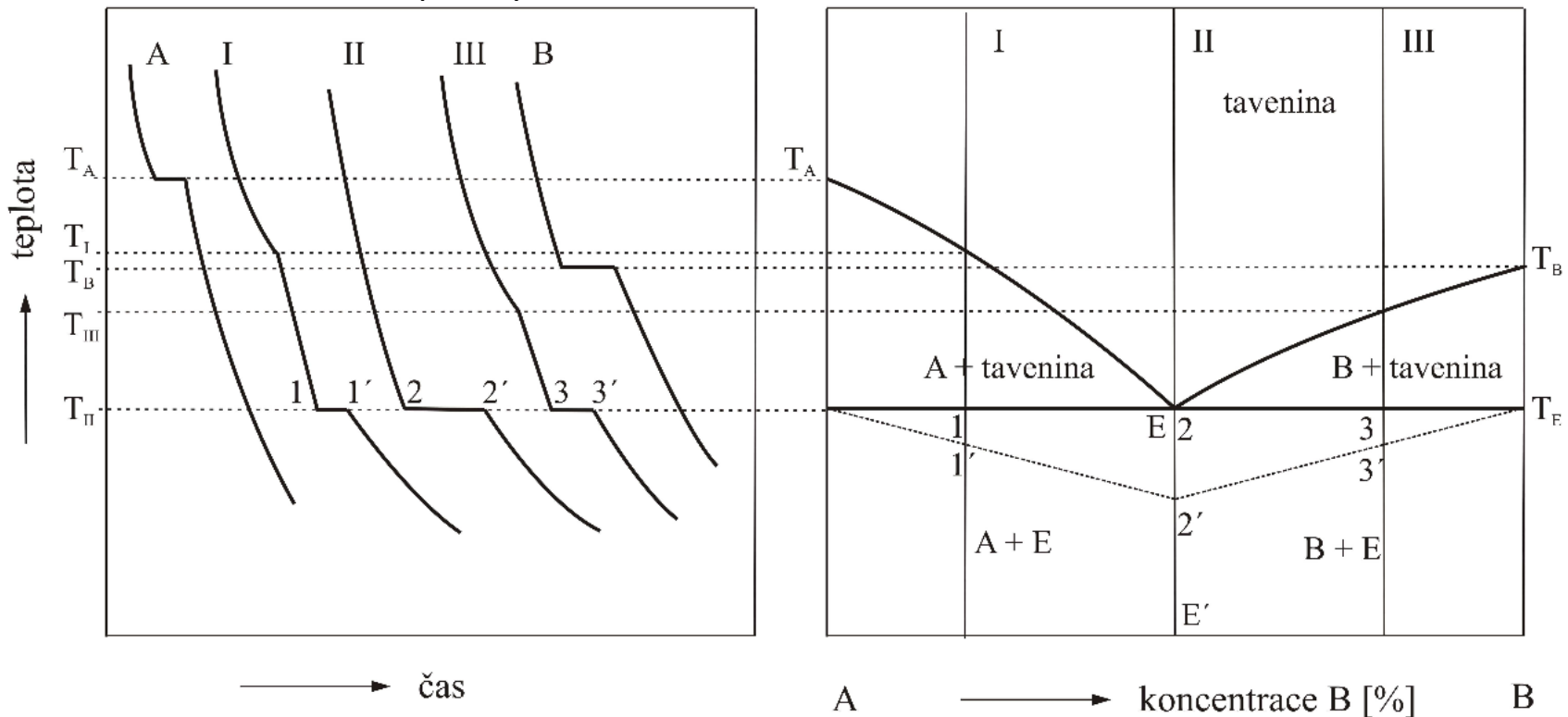


Binární rovnovážný diagram úplně nerozpustných složek – eutektika

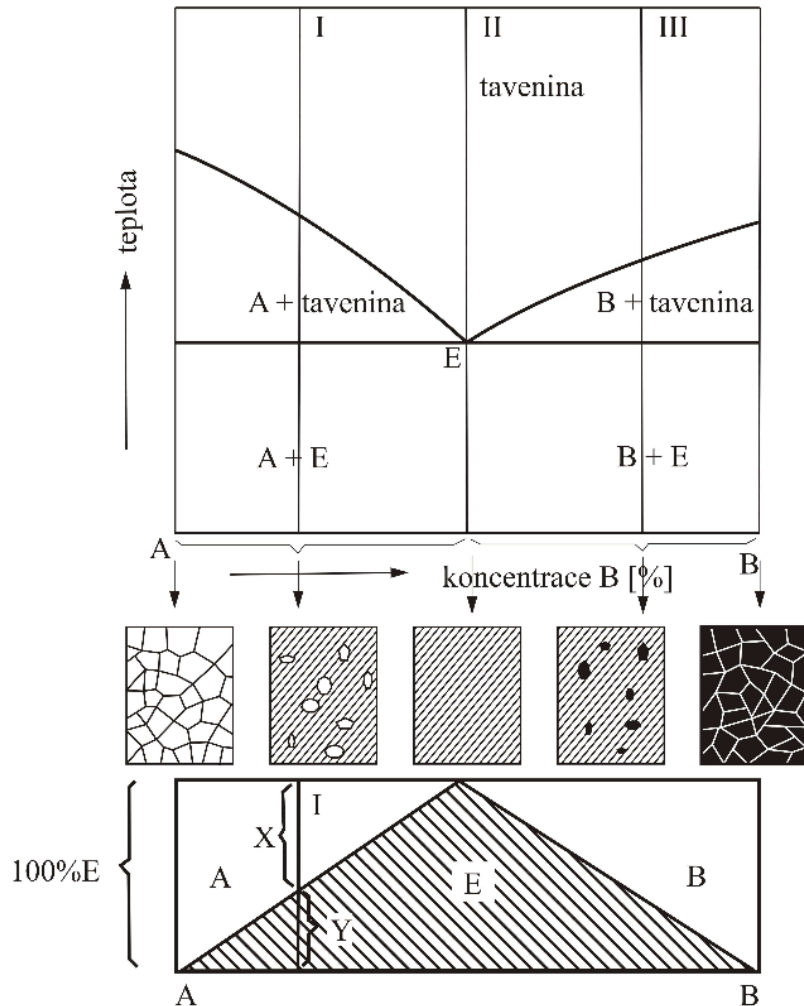
(tuhá směs dvou kovů, jejichž krystaly se vytvářely při tuhnutí současně)

Eutektická přeměna – transformace taveniny na eutektikum E – jemnozrnná směs krystalů kovů A a B uložených těsně vedle sebe – vzájemně nerozpustné – lamelární nebo globulární struktura – Tomanův diagram

- probíhá při konstantní teplotě T_E po dosažení eutektické koncentrace – časová prodleva na křivce chladnutí – určení polohy bodu E



Binární rovnovážný diagram úplně nerozpustných složek - eutektika



Po ukončení krystalizace slitiny je vždy její struktura heterogenní a může být tvořena čistou složkou A obklopenou eutektikem (I), čistou složkou B obklopenou eutektikem (III) nebo pouze eutektikem (II) v závislosti na složení výchozí taveniny

Sauverův diagram

-struktura slitiny po ztuhnutí

-př. slitina I:

$$m_A/m_B = X/Y$$