

# Termodynamika kovů

# Základní pojmy – složka, fáze, soustava

- **Složka** – chemické individuum
- **Fáze** – chemicky i fyzikálně homogenní část soustavy, ohraničená rozhraním, na kterém se vlastnosti mění skokem
- **Soustava** – vymezený objem nebo hmotnost slitiny

# Soustava - charakteristika

- Soustava homogenní – tvořena jednou fází
- Soustava heterogenní – tvořena více fázemi
- Soustava jednosložková
- Soustava binární – tvořena dvěma složkami
- Soustava ternární – třemi složkami
- Soustava vícesložková
- **Soustava je popsána, známe-li: počet přítomných fází, jejich poměrné množství a složení každé z nich**

# Gibbsův zákon fází – fázové pravidlo

- Udává maximální počet fází, které jsou navzájem v rovnováze
- Obecná formulace pro dvě vnější nezávisle proměnné veličiny – teplota a tlak:

$$v = s - f + 2$$

$v$  ... počet stupňů volnosti = počet nezávislých změn, které jsou soustavě povoleny, aniž se změní počet existujících fází

$s$  ... počet složek

$f$  ... počet fází

# Gibbsův zákon fází – fázové pravidlo

- U soustav, které jsou tvořeny tuhými a kapalnými fázemi se obvykle neuvažuje vliv tlaku jako proměnné veličiny a fázové pravidlo má tvar:

$$v = s - f + 1$$

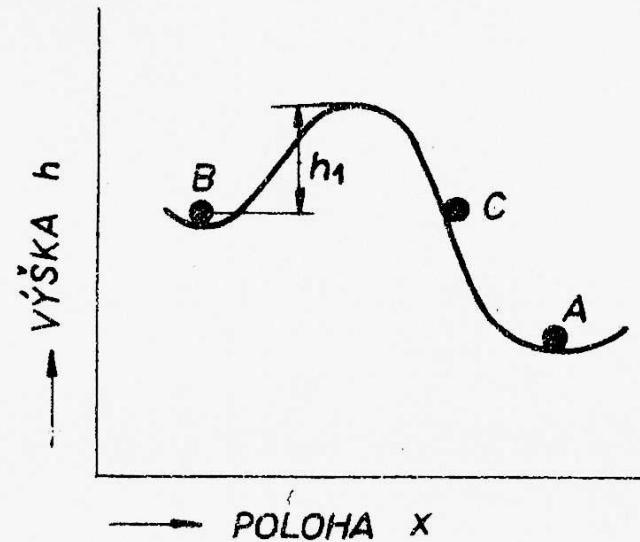
Př.: krystalizace čistého kovu  $v = 1 - 2 + 1 = 0$   
...soustava je invariantní a krystalizace probíhá při konst. teplotě

# Rovnováha soustavy, rovnovážný stav

- Je to stav, kdy při daném vnějším prostředí nemůže probíhat žádný děj, spojený s hmotnou nebo energetickou přeměnou.
- Rovnovážný stav – soustava se po libovolně dlouhou dobu sama nemění. Stavů stabilní rovnováhy odpovídá minimum volné entalpie.

# Schéma rovnovážného a nerovnovážného stavu

- A – stabilní rovnováha
- B – metastabilní stav
- C – nestabilní stav
- $h_1$  – výška, odpovídající hodnotě aktivační energie



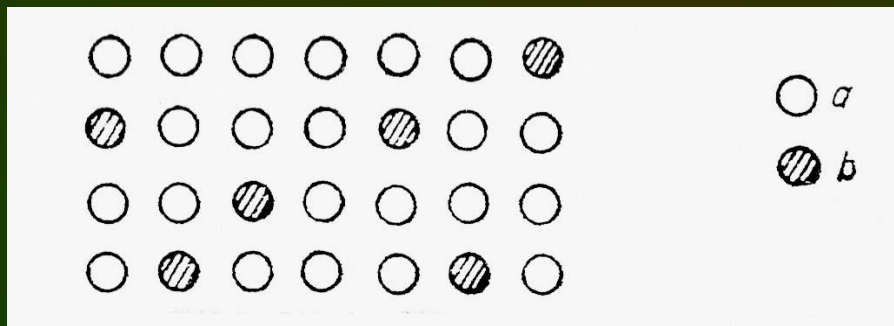
Schema rovnovážného a nerovnovážných stavů

# Fáze v kovových soustavách

- **Chemická sloučenina** – popsána vzorcem, pevné chemické složení
- **Slitina** – složitější soustava, kde chemické složení jednotlivých fází se může měnit např. v závislosti na teplotě
- **Fáze ve slitinách:**
  - a) Tuhé roztoky (se strukturou základního kovu)
  - b) Intermediární fáze (s vlastní strukturou)

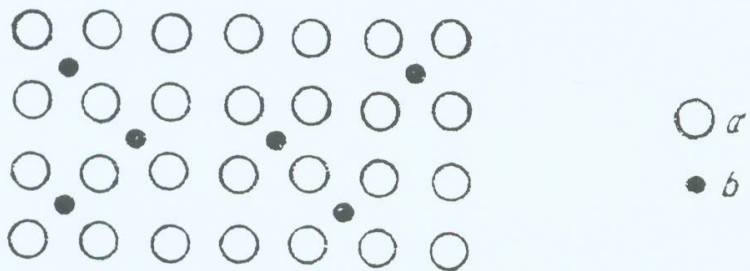


# TUHÉ ROZTOKY



- Substituční
- a – atomy základního kovu
- b – atomy příměsi
  
- Oba druhy částic si jsou velmi podobné

# TUHÉ ROZTOKY



- **Intersticiální**  
(mezerový, adiční)

- a – atomy základního kovu
- b – atomy příměsi
- Oba prvky jsou rozdílné, např. jeden je výrazně menší

# Intersticiální tuhý roztok

- Přísadový atom se umístí mimo uzlový bod mřížky
- Do mřížky lze umístit omezený počet přísadových atomů  $\longrightarrow$  soustava s omezenou (částečnou) rozpustností v tuhém stavu

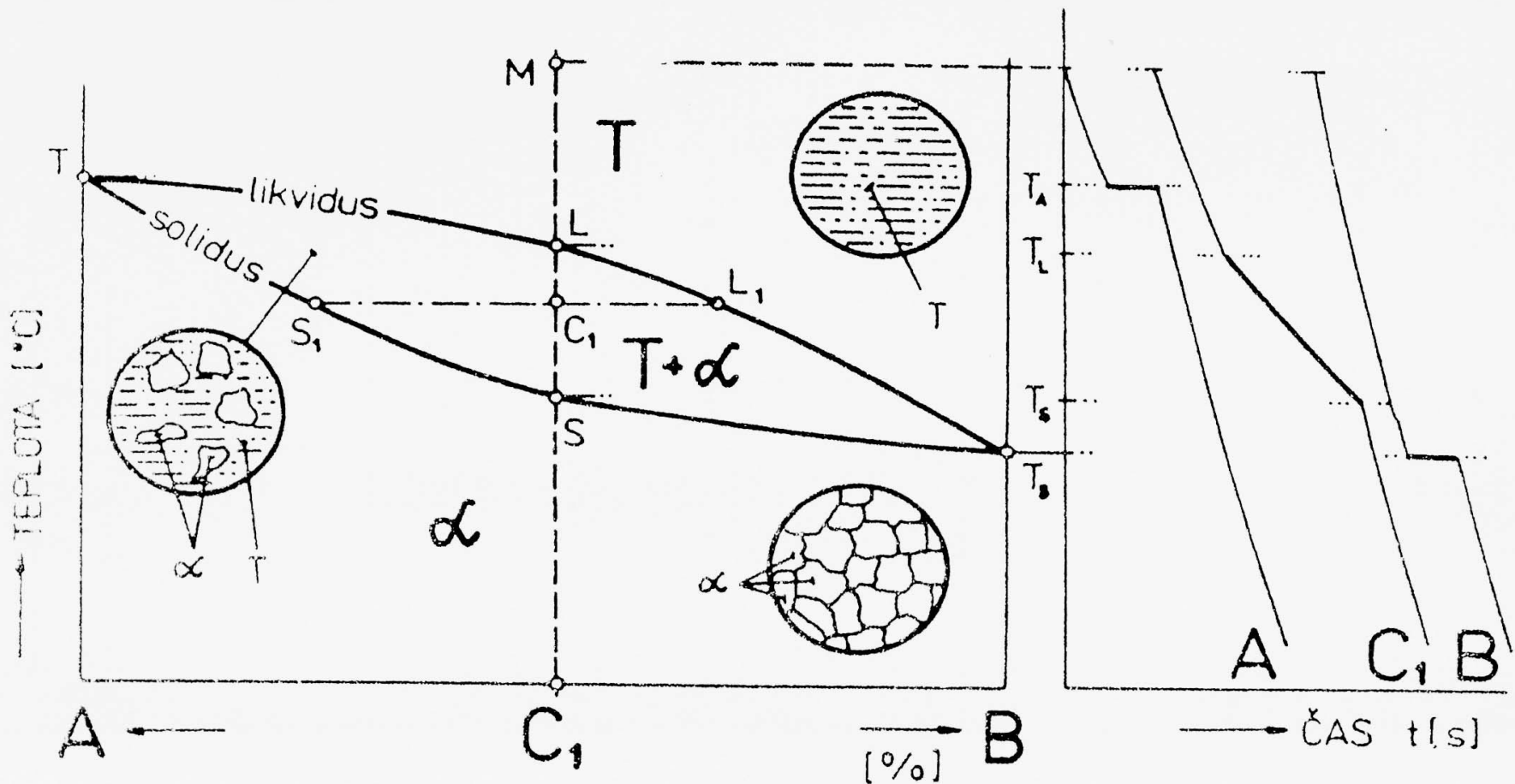
# Vlastnosti tuhých roztoků

- Jsou homogenní – tvořeny jednou fází, ale dvěma složkami – binární homogenní soustava
- Jejich chemické složení se může měnit např. v závislosti na teplotě
- Označují se písmeny řecké abecedy

# Rovnovážné binární diagramy

- Ukazují závislost teploty na chemickém složení binární slitiny.
- Na obou osách jsou čisté složky, chemické složení se vyjadřuje ve hmotnostních procentech.
- Základní typy RBD vyjadřují chování slitin v závislosti na teplotě.

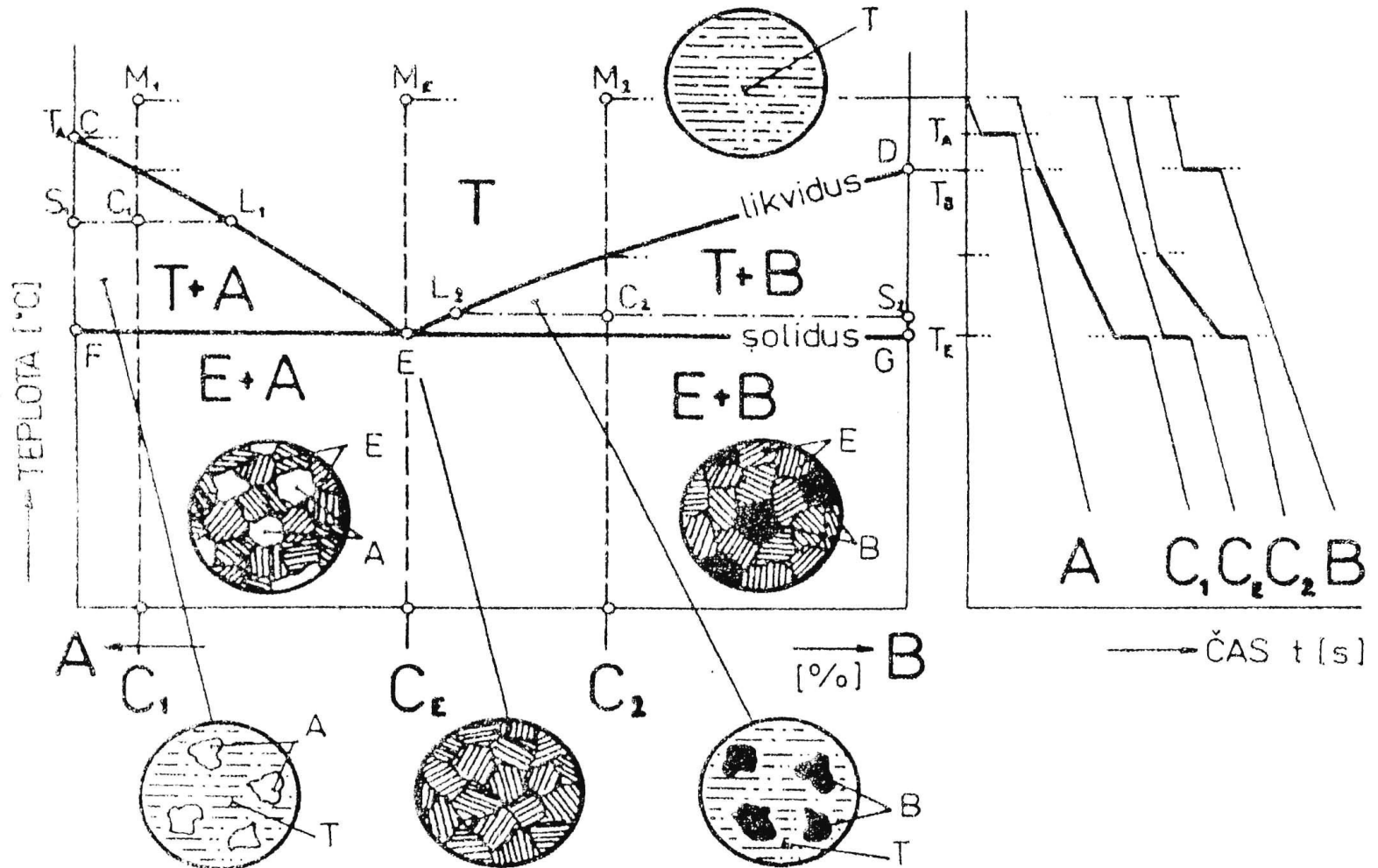
# RBD s neomezenou rozpustností v tuhém stavu



# RBD s neomezenou rozpustností v tuhém stavu

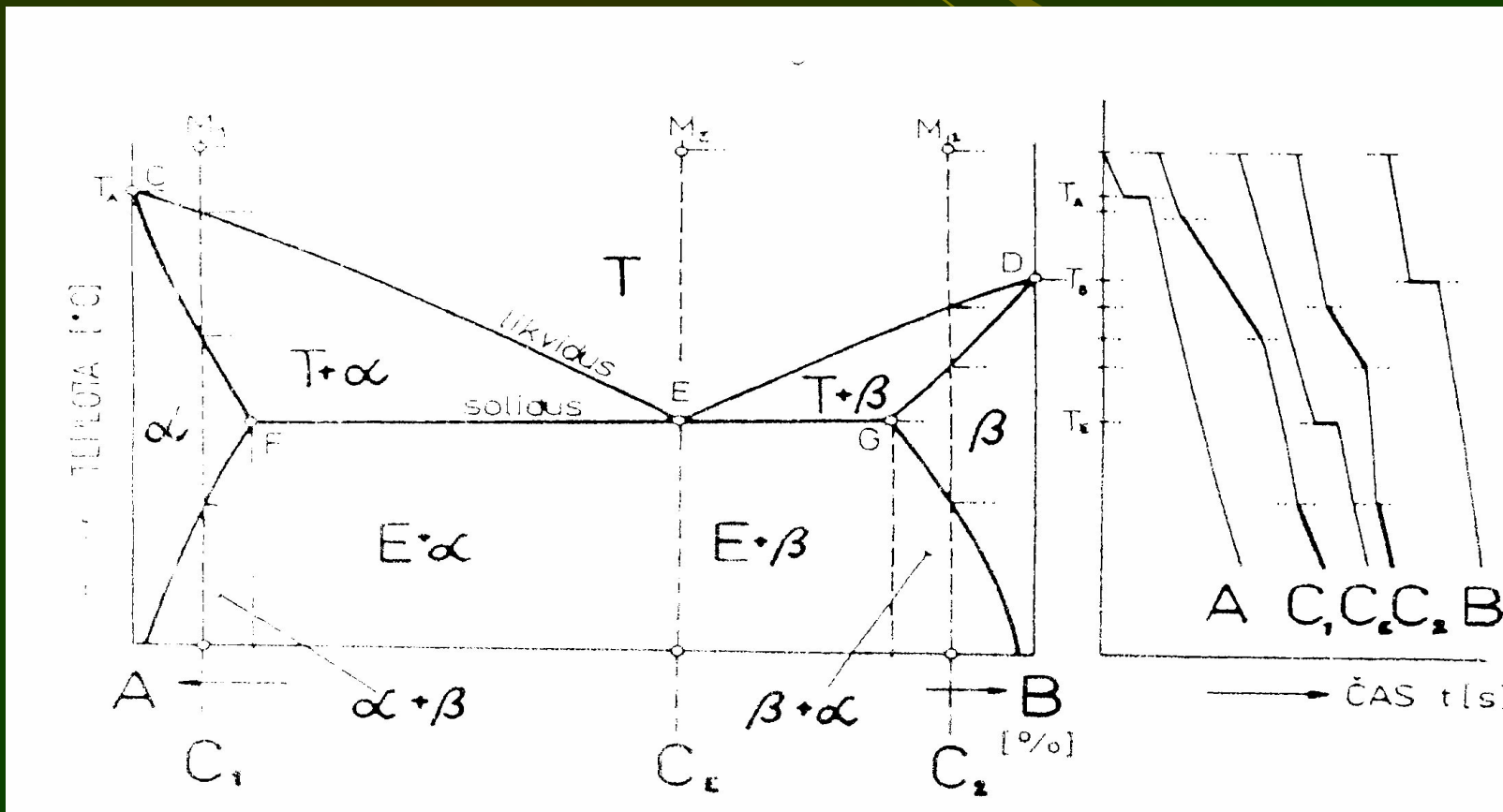
- V průběhu krystalizace slitiny se plynule mění chemické složení taveniny i krystalů - taveniny podle čáry likvidu, krystalů podle čáry solidu
- Množství jednotlivých fází se určuje **pákovým pravidlem** : množství fáze je dáno poměrem odvrácené části páky ku celku

# RBD s naprostou nerozpustností v tuhém stavu





# RBD s částečnou rozpustností v tuhém stavu



# RBD s částečnou rozpustností v tuhém stavu a peritektickou přeměnou

