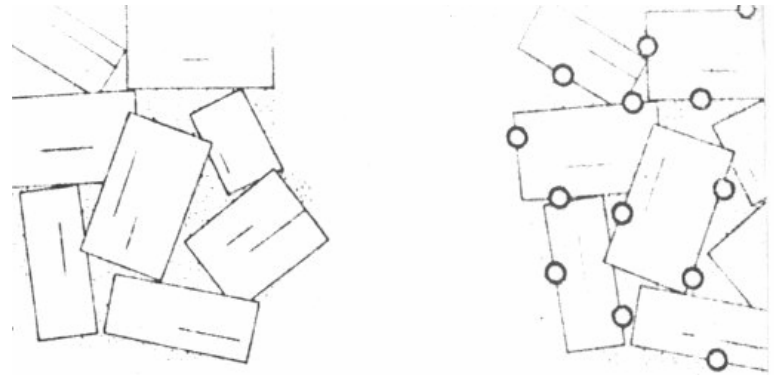


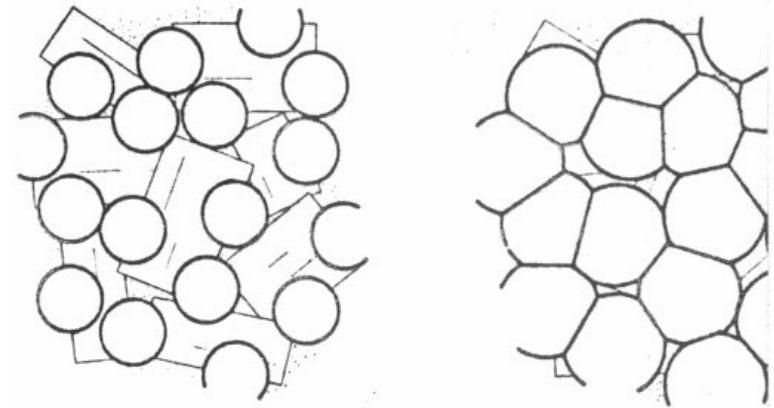
# Metamorfnní procesy

Rekrystalizace



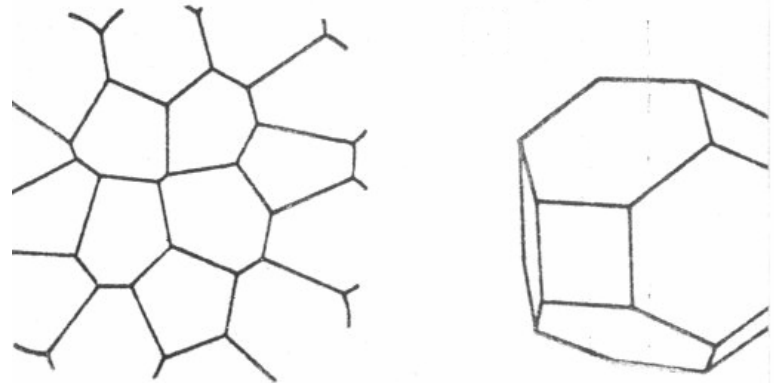
Reakce

Pevná fáze + pevná fáze

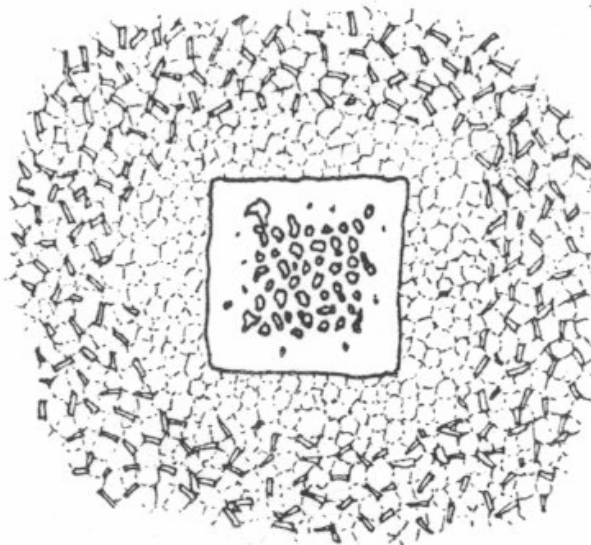
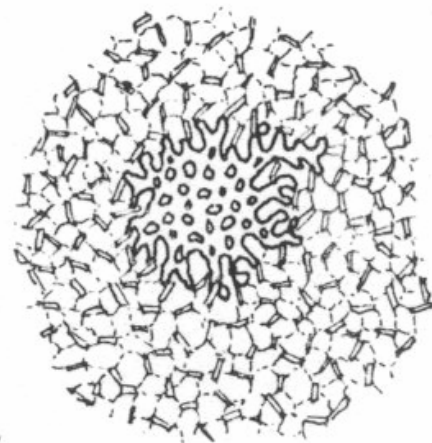
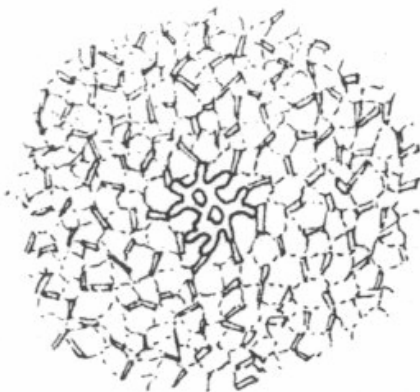


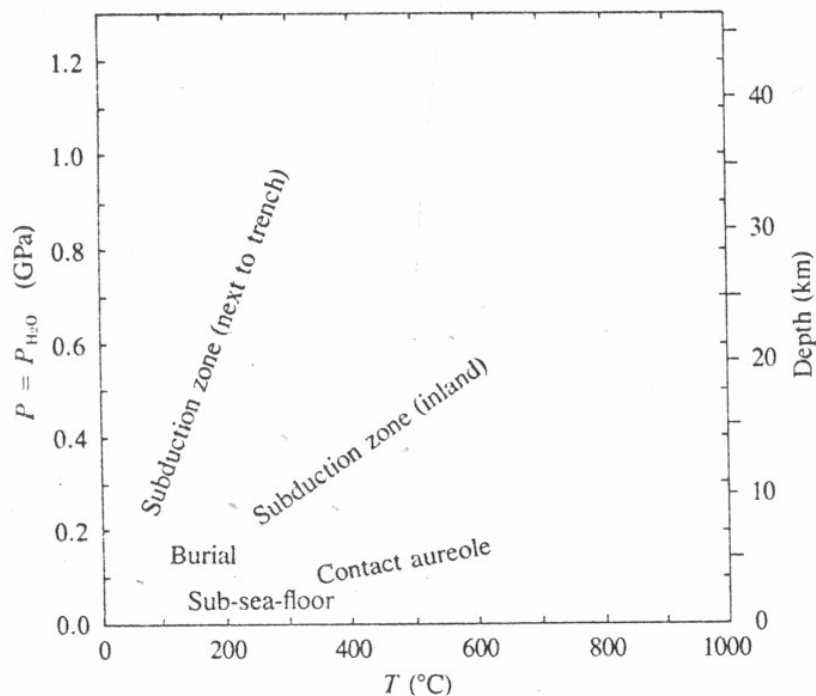
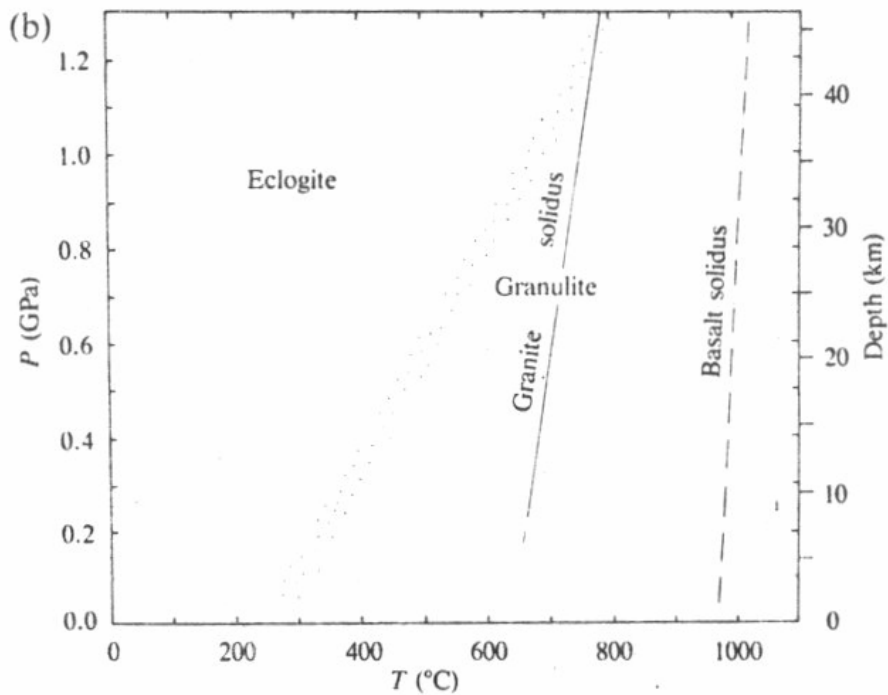
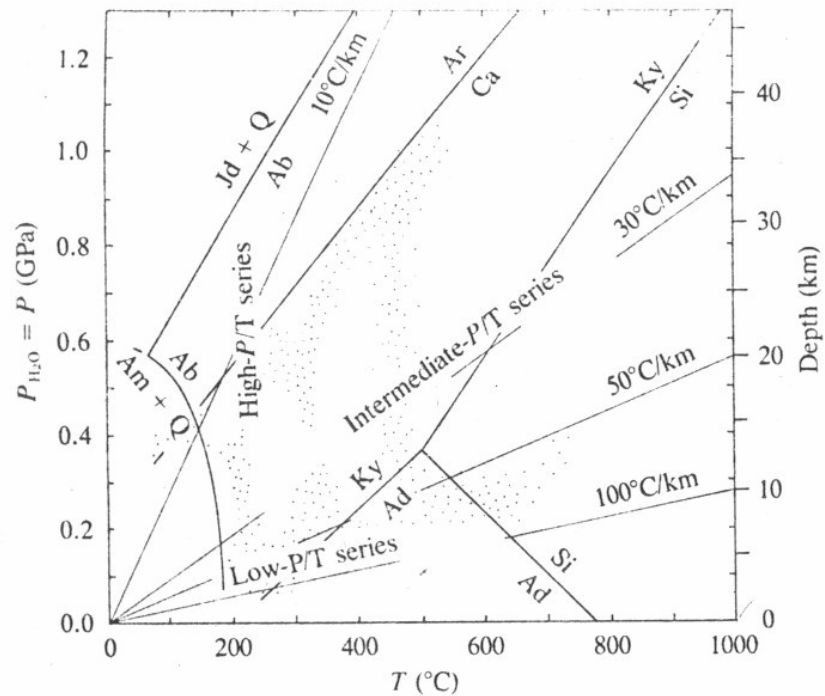
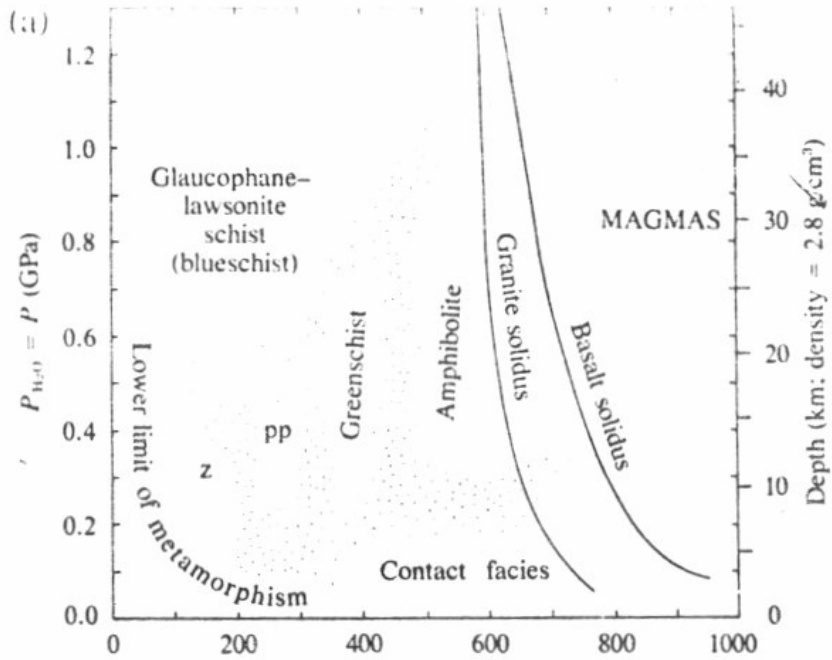
Pevná fáze + (fluida –  
pevná fáze)

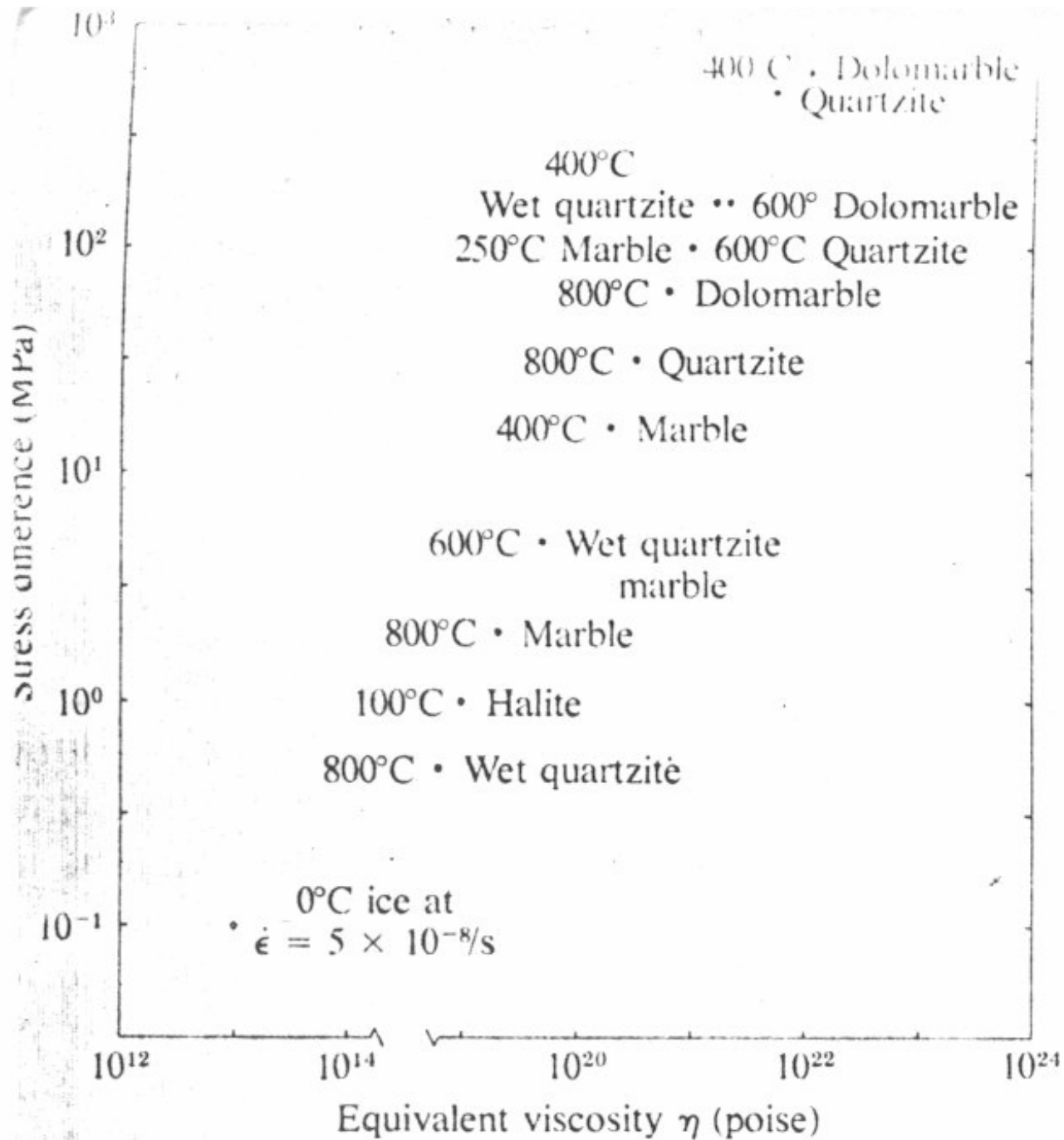
Oxidačně-redukční reakce



# Vznik metakrystů



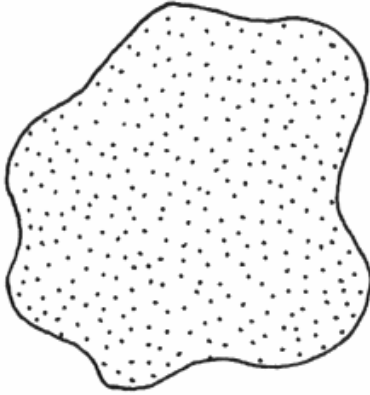




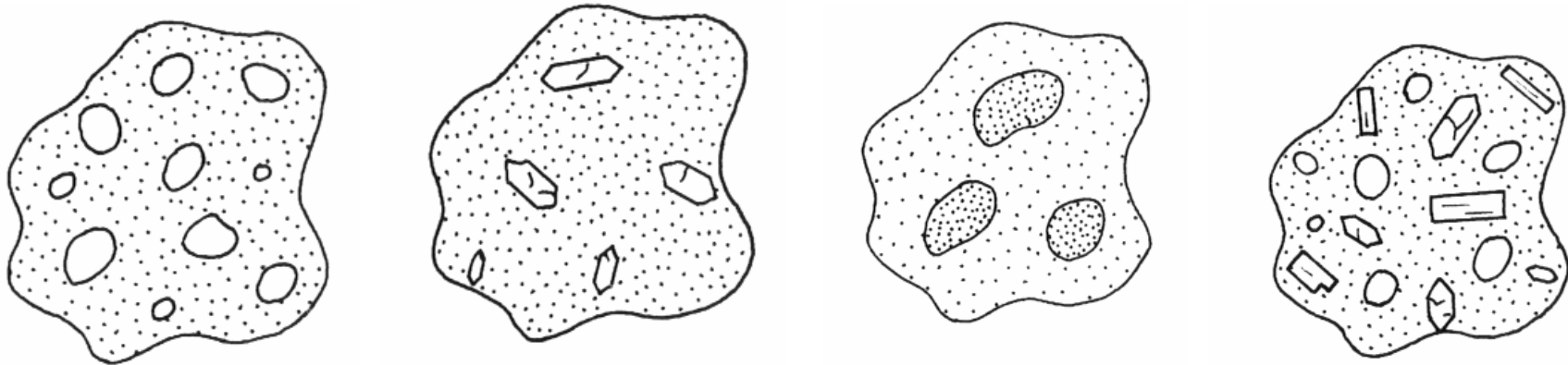
# Magmatické systémy

Na rozdíl od povrchových procesů a vzniku sedimentárních hornin nemůžeme většinou magmatické procesy pozorovat přímo. Pouze ve výjimečných případech extrudujících nexplozivních procesů se na vznik magmatických hornin můžeme podívat blíže.

**Magma se obvykle skládá z mobilní směsi suspendovaných pevných částic, taveniny a plynné fáze.**

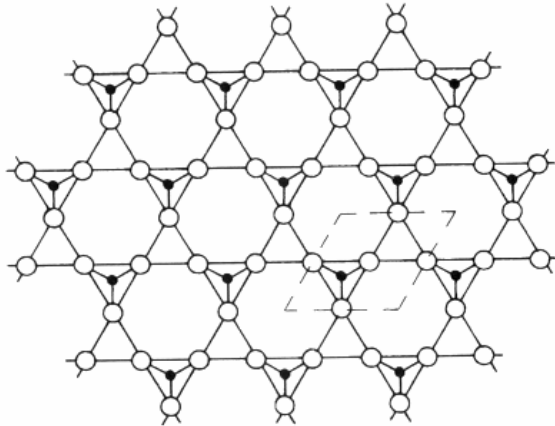


- Počet fází závisí na třech intenzivních proměnných –  $P$ ,  $T$  a  $X$ .
- Dostatečně vysoká  $T$  – homogenní tavenina.
- Obvykle převaha Si a O.
- Výjimečně dvě taveniny: karbonátová a silikátová (nemísitelné).



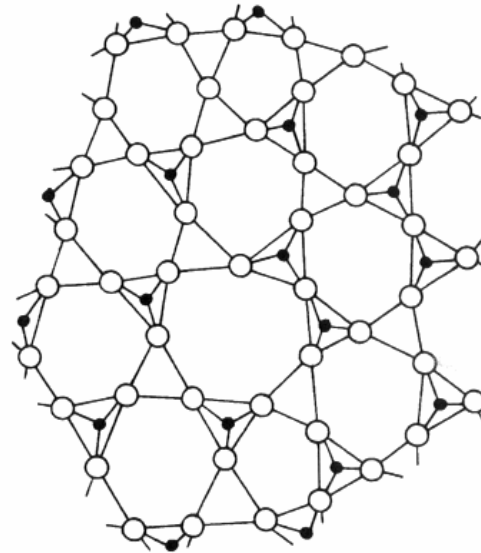
# Atomová struktura

(a)



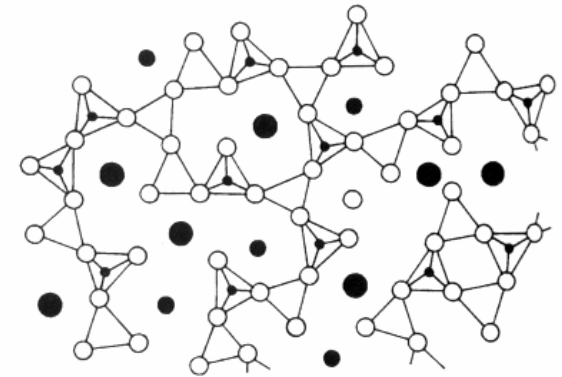
CRYSTALLINE  
SILICA

(b)



LIQUID  
SILICA

(c)



LIQUID  
 $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$

# Role těkavých složek

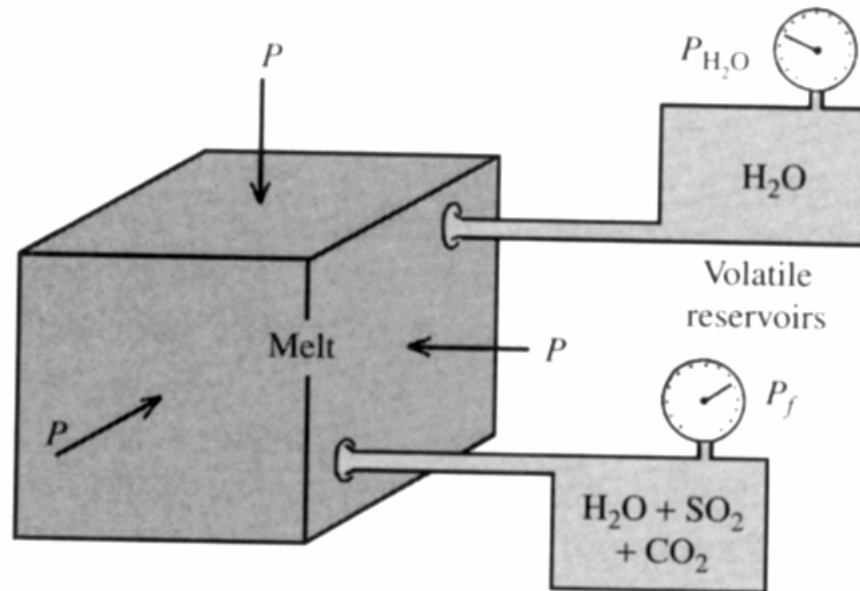
- $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{S}_2$ ,  $\text{He}$ ,  $\text{Ar}$
- kritický bod (voda: 21,8 MPa, 371 °C;  $\text{CO}_2$ : 7,3 MPa, 31 °C) – fluidní stav
- těkavá fluida (v hloubkách pod 1 km mizí rozdíl mezi kapalným a plynným stavem): hustota  $< 2 \text{ g/cm}^3$ , specifický objem  $> 0,5 \text{ cm}^3/\text{g}$
- tlak fluid



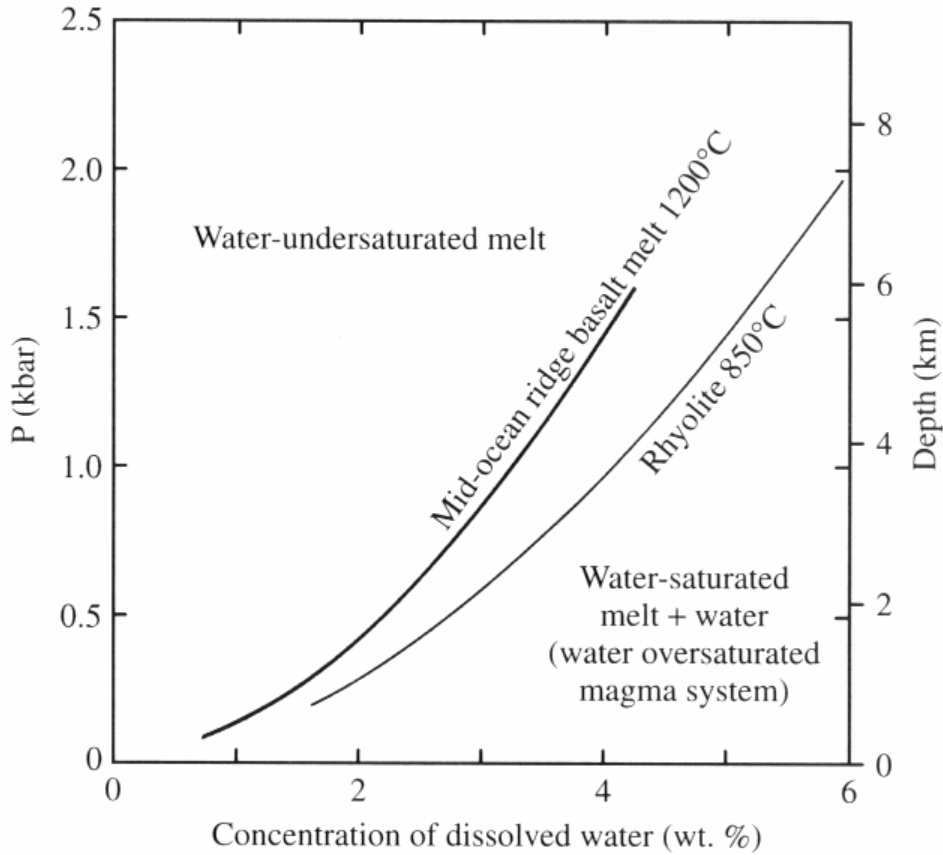
# Rozpustnost těkavých složek v silikátových taveninách

Tavenina s rozpuštěnými těkavými složkami =  
= tavenina + těkavé složky

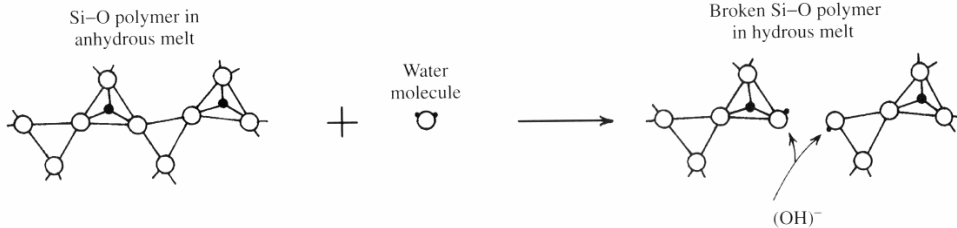
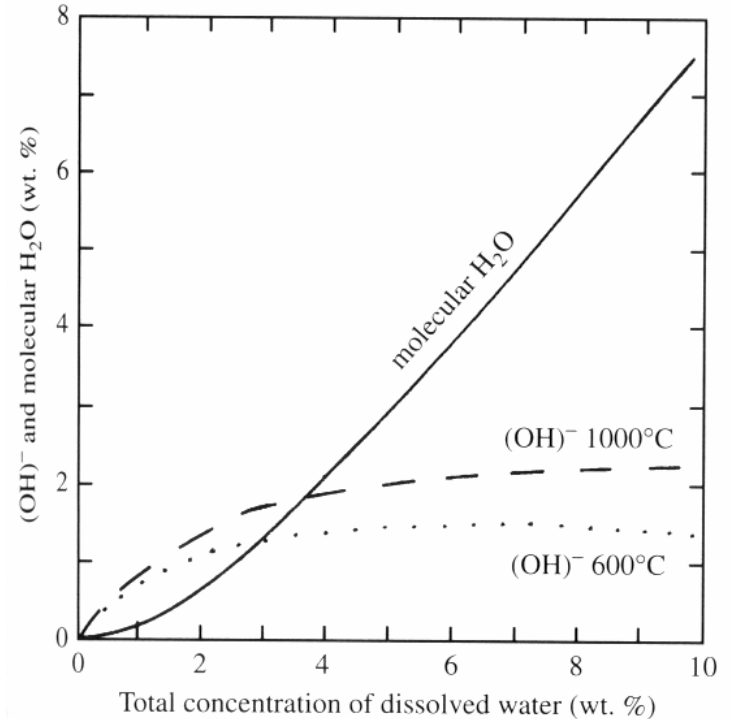
$$V_{t+f} < V_t + V_f$$



# H<sub>2</sub>O



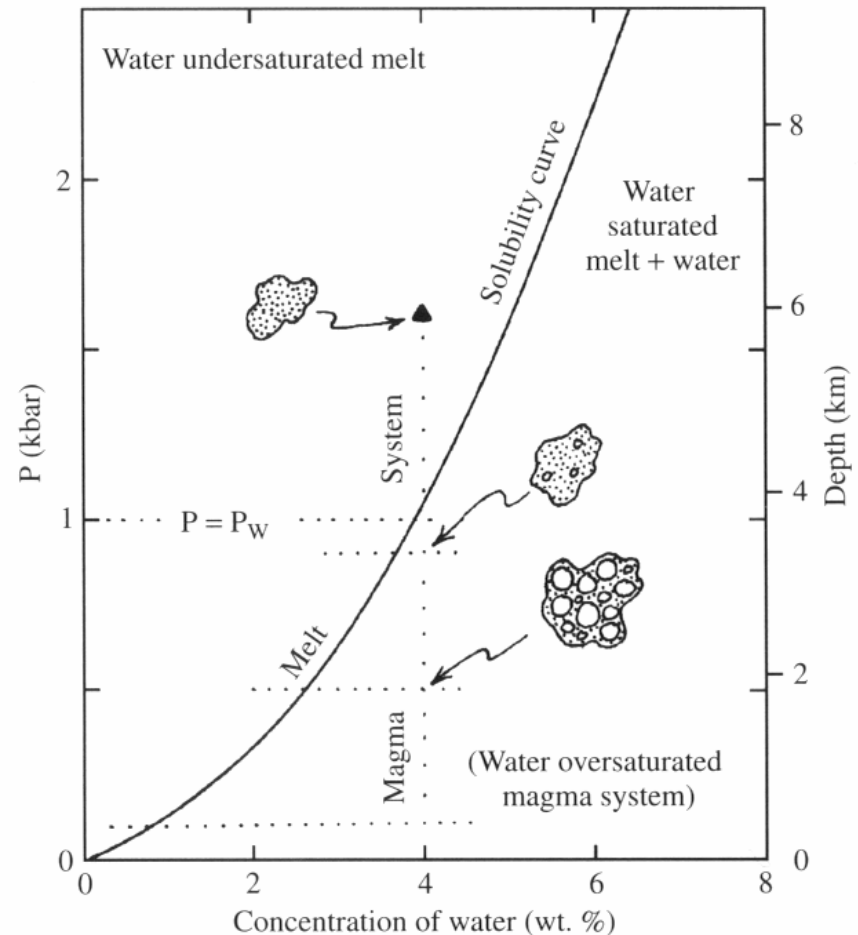
- Rozpustnost přibližně úměrná  $P_{H_2O}^{0,5} \rightarrow$  mechanismus
- $H_2O + O^{2-} = 2 OH^-$
- Drasticky snižuje viskozitu



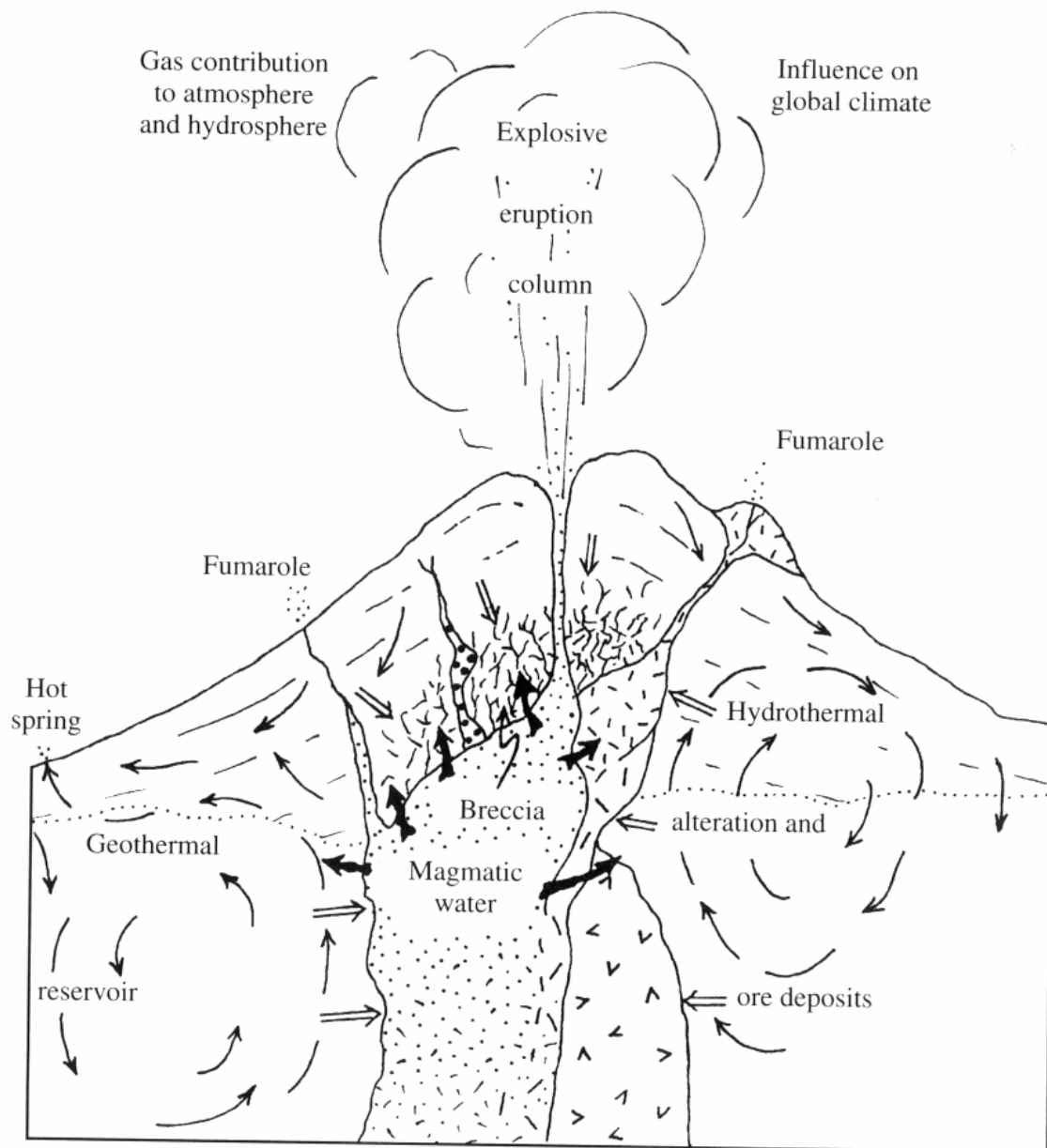
# Oddělení těkavých látek od taveniny

Při výstupu z pláště nebo kůry se stává magma nasycené těkavými složkami. Jejich nadbytek se odděluje do koexistující fluidní fáze – exoluce, var

- původně vodou nenasycené magma se stává přesycené v důsledku klesajícího celkového tlaku
- krystalizace bezvodých minerálů i za konstantního tlaku – přesycení fluidy – retrográdní, sekundární var; může k němu docházet i při klesající teplotě!



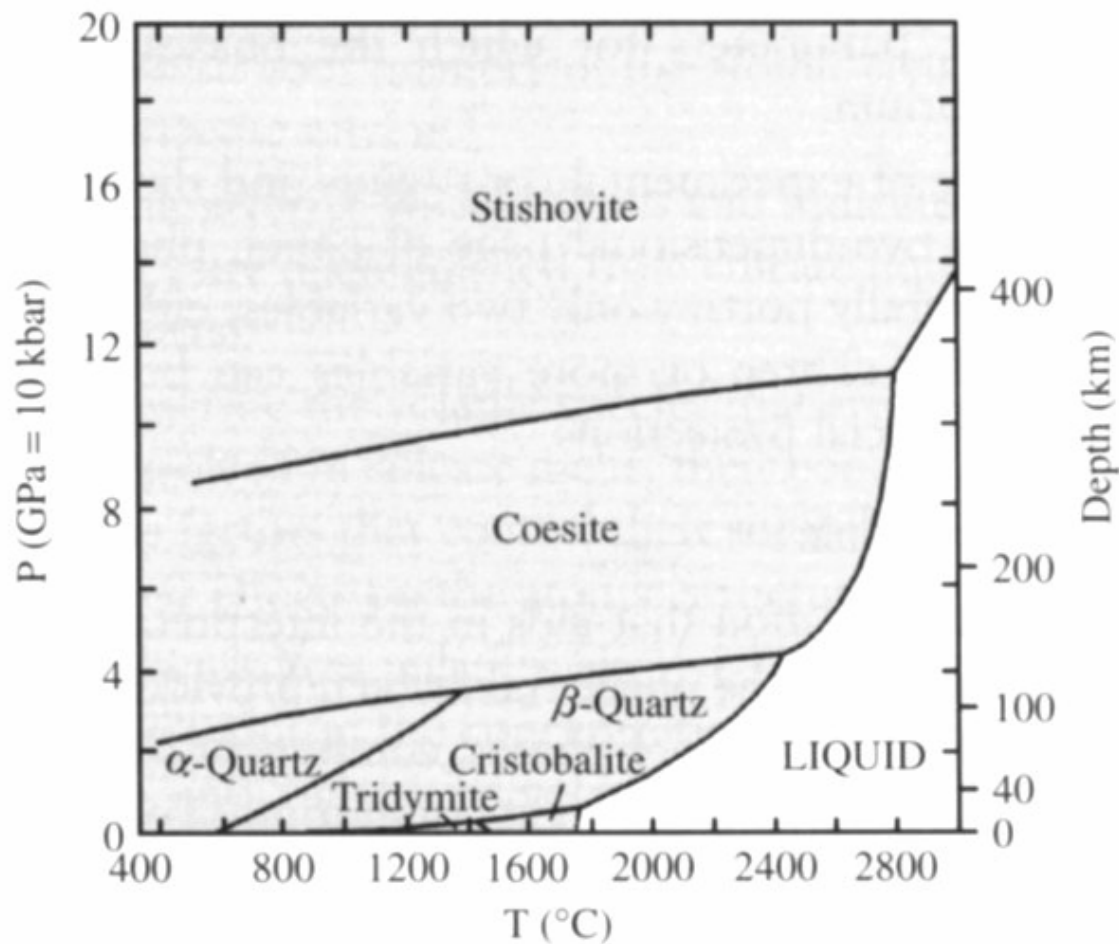
Oddělení fluidní fáze přispívá k dalšímu chlazení magmatického tělesa; chlazené může být tak rychlé, že vede k „zamrtznutí“ systému. Ve fluidní fázi se koncentrují nekompatibilní prvky a ta se hromadí ve svrchní části magmatického krbu (Mt. Pinatubo, Filipíny, červen 1991 – 17 megatun  $\text{SO}_2$  do atmosféry; celkem vyvrženo 5–10  $\text{km}^3$  materiálu; S pochází ze 40–90  $\text{km}^3$  magmatu pod sopkou).



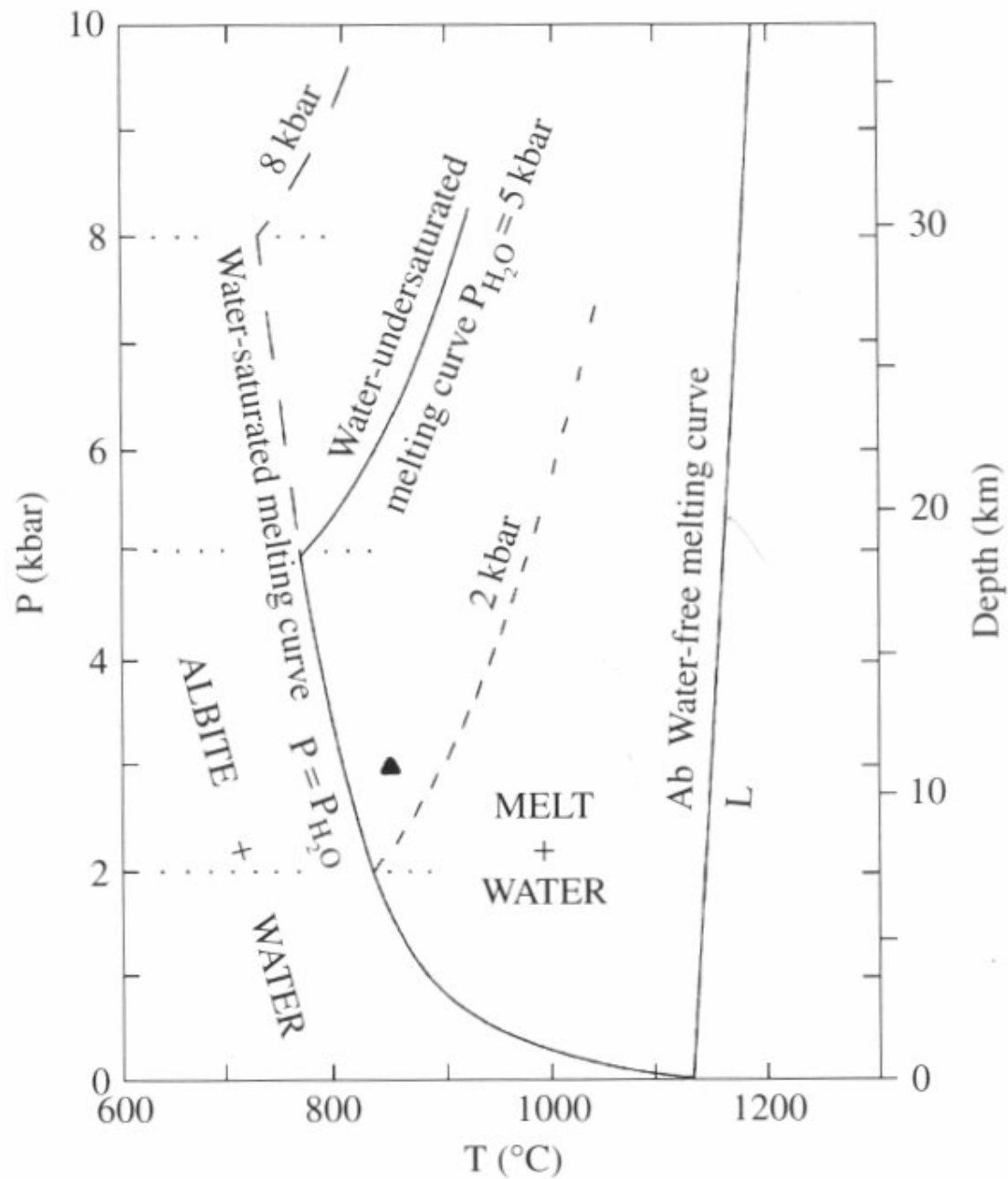
# Rovnováhy krystaly-tavenina v magmatických systémech

## Fázové diagramy

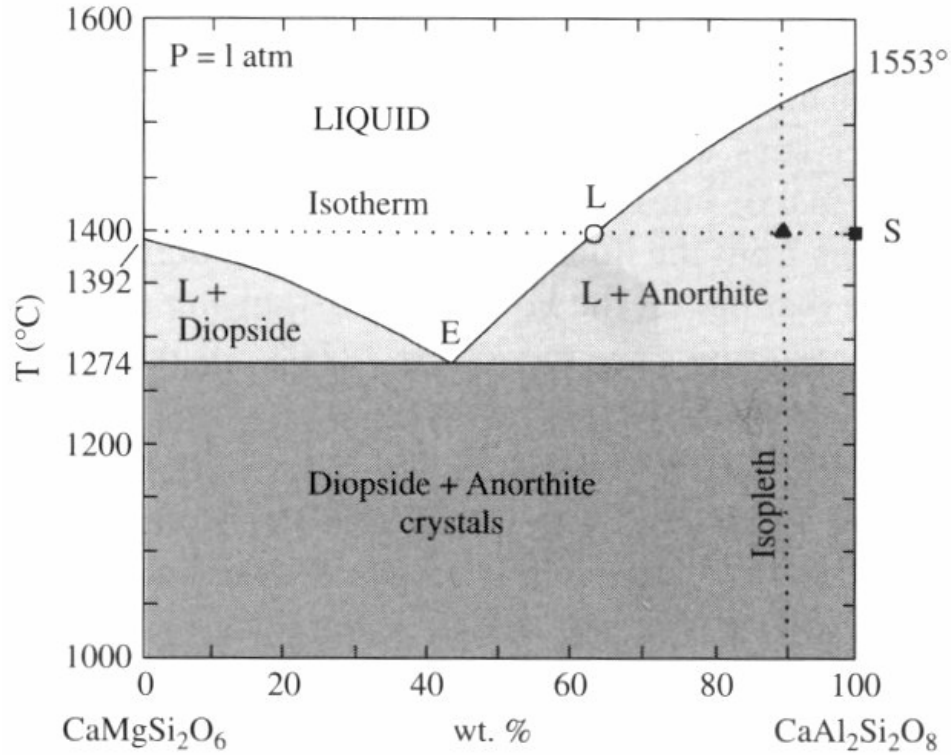
Tavení čistých minerálů a polymorfismus



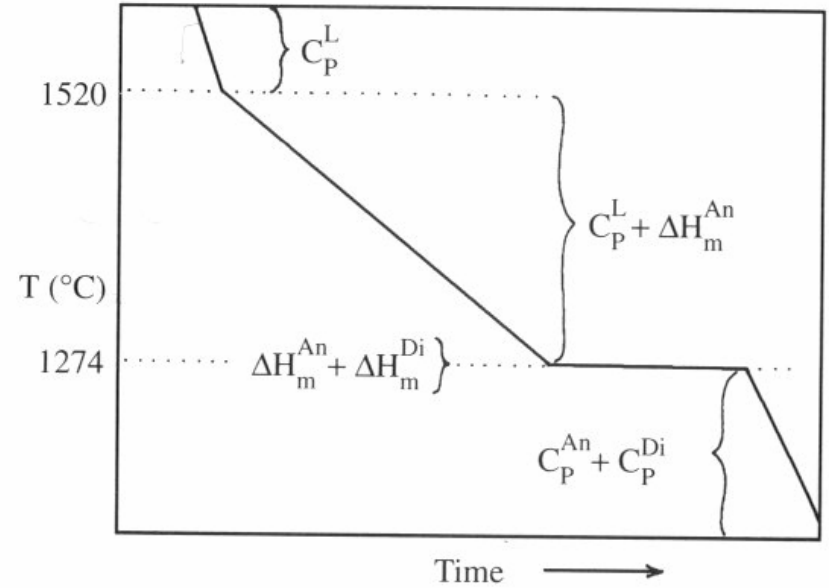
# Fázové diagramy



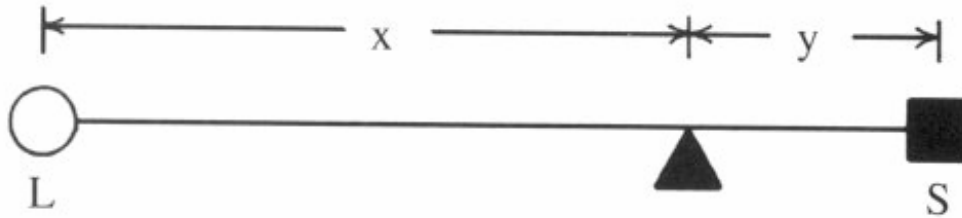
# Fázové rovnováhy binárních systémů



## Chladnutí



## Pákové pravidlo



# Krystalizace

Ideální rovnovážná krystalizace

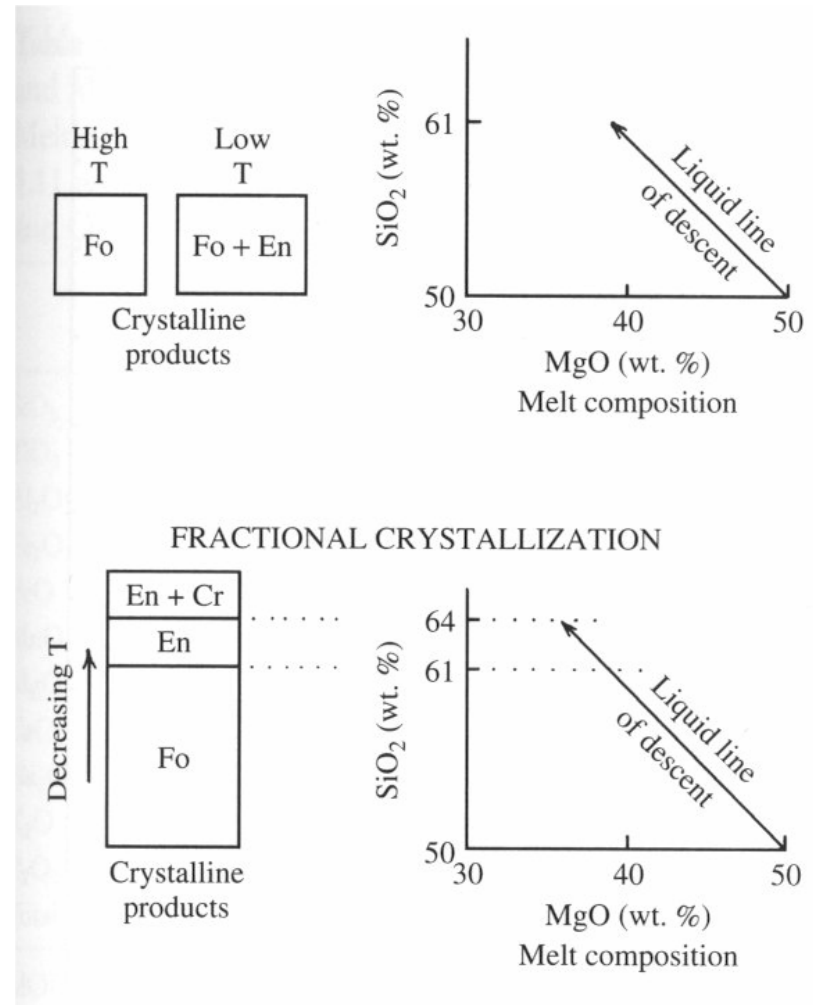
- Po celou dobu krystalizace zachovávána rovnováha mezi krystaly a taveninou

Ideální frakční krystalizace

Krystaly jsou okamžitě „izolovány“ od taveniny:

- krystaly jsou odděleny od taveniny v důsledku rozdílné hustoty
- krystaly s taveninou nereagují v důsledku pomalé rychlosti vzájemné interakce
- povrchová vrstva je izolována od taveniny další přirůstající vrstvou

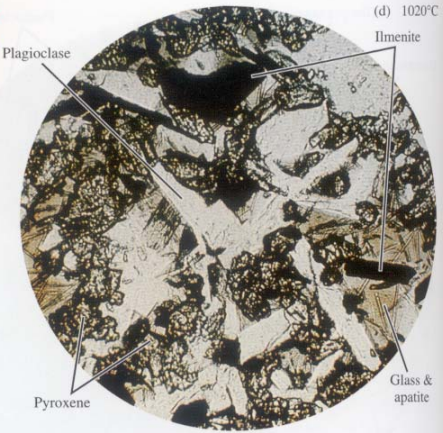
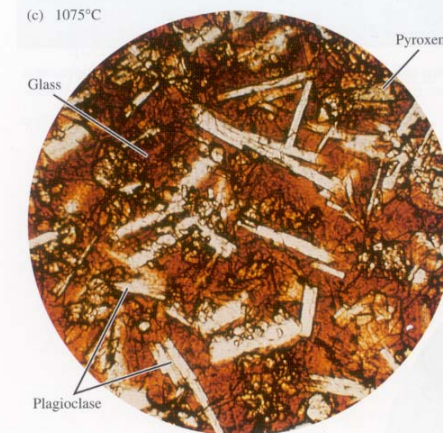
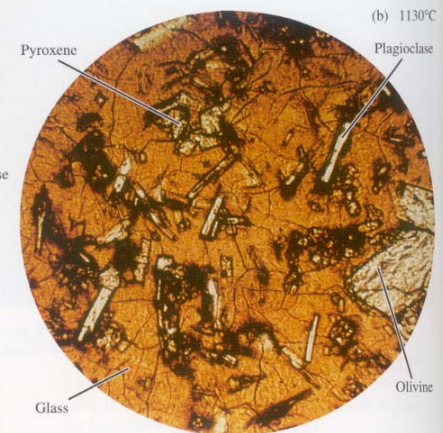
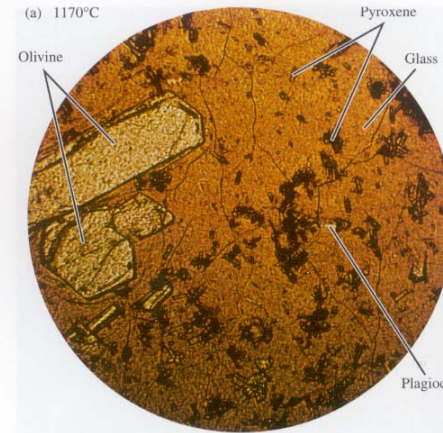
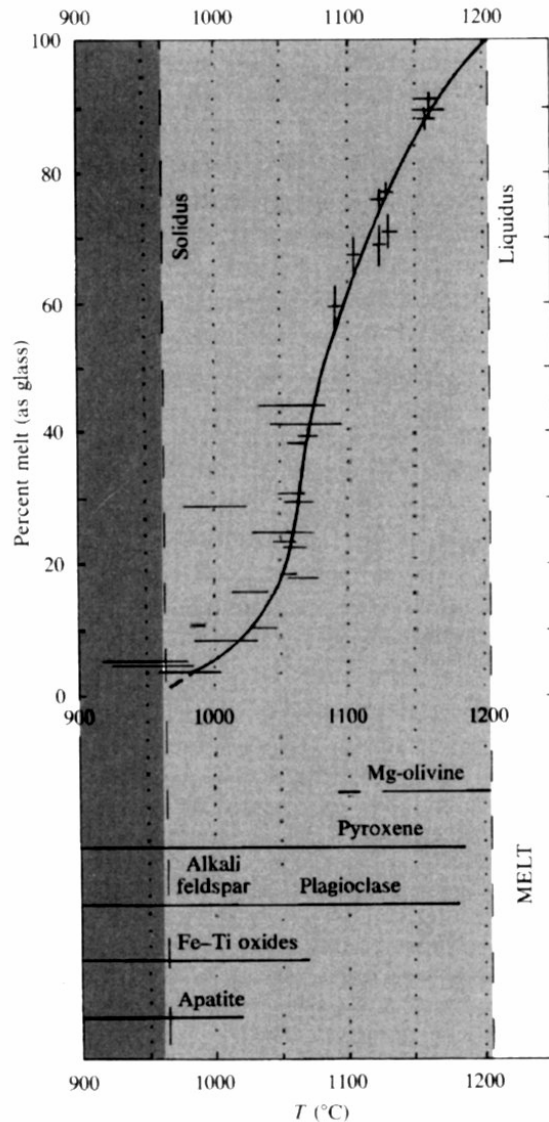
## Složení reziduální taveniny



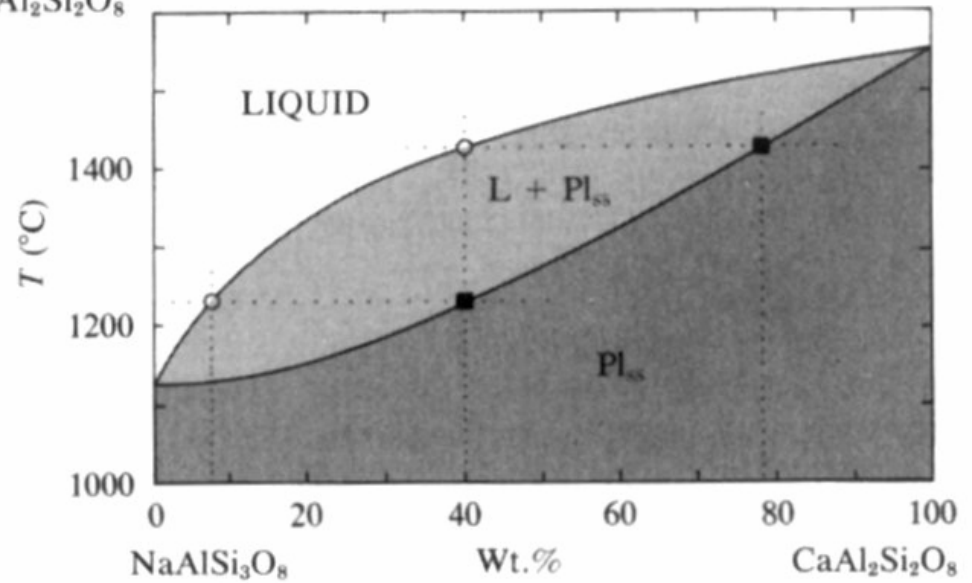
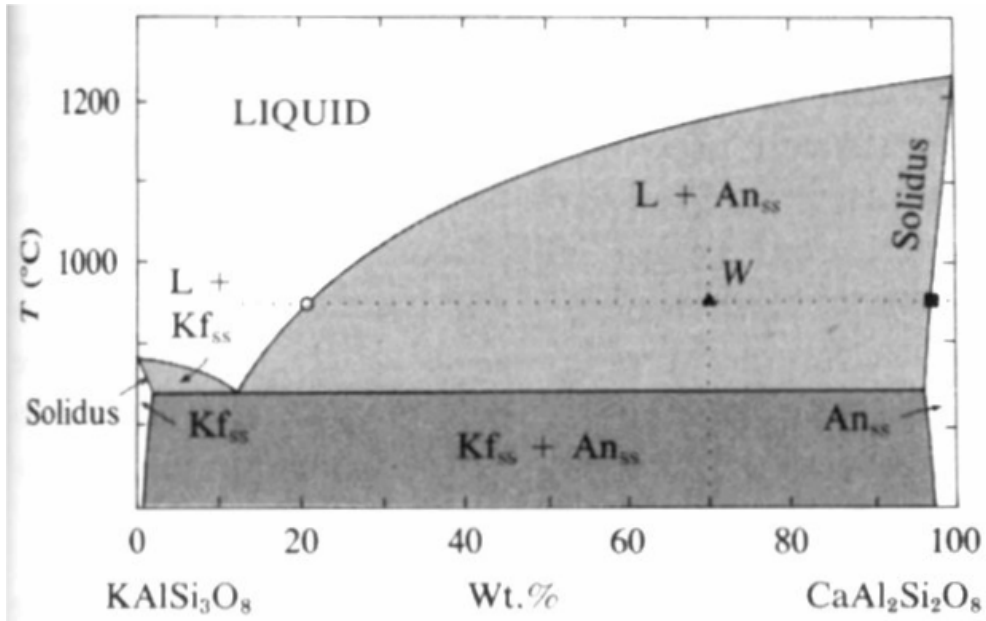


# Krystalizace reálných bazaltových magmat

## Makaopuhi bazalt 1963 Kilauea, Hawaii – Makaopuhi kráter

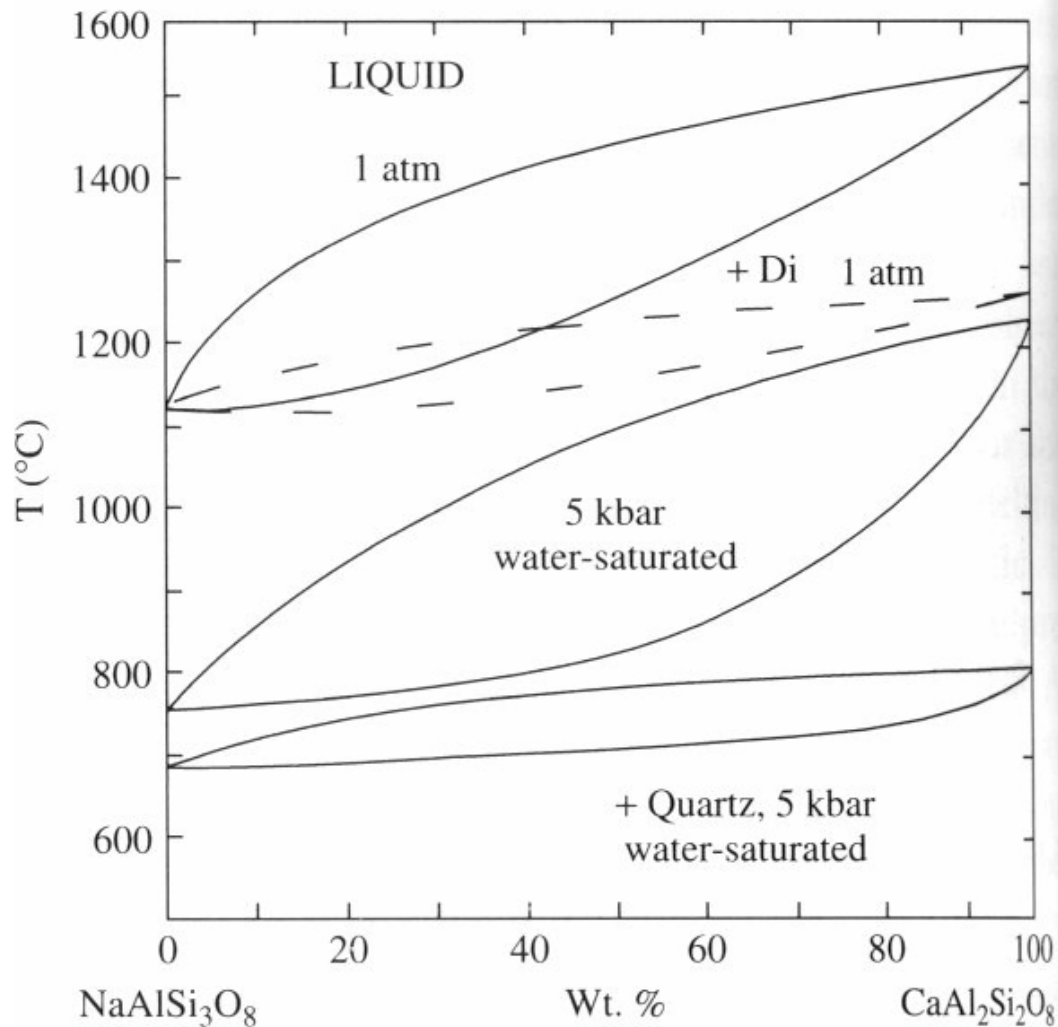


# Fázové diagramy živců



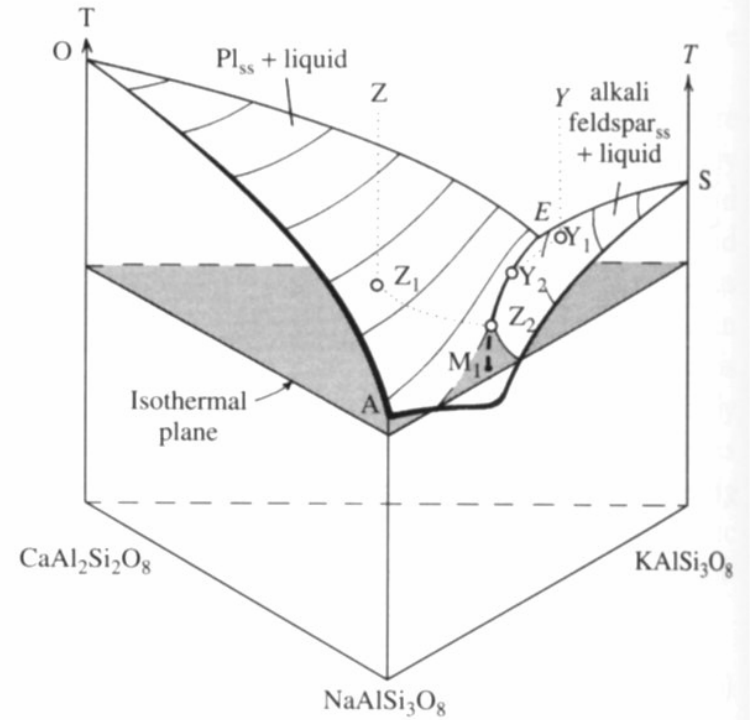
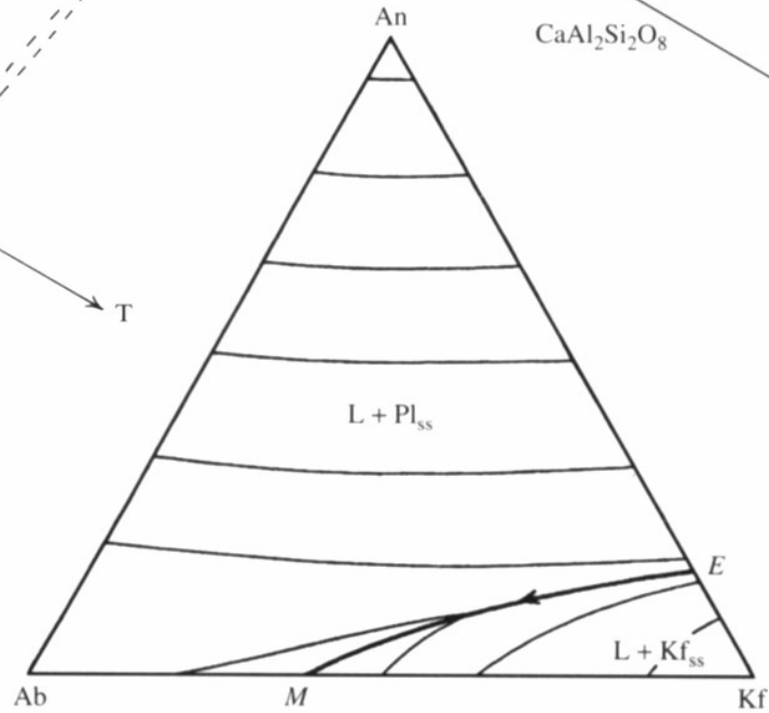
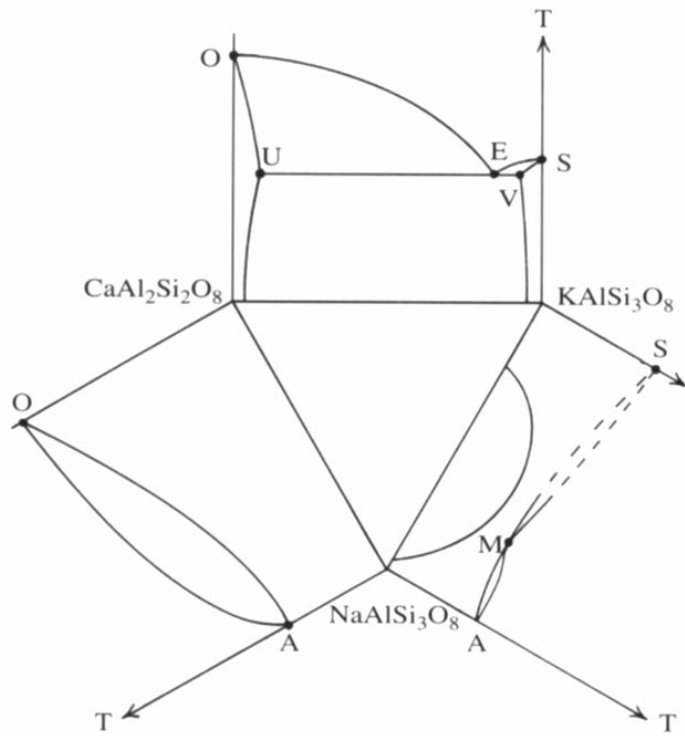
# Fázové diagramy živců

## Ternární systém Kf-Ab-An



# Fázové diagramy živců

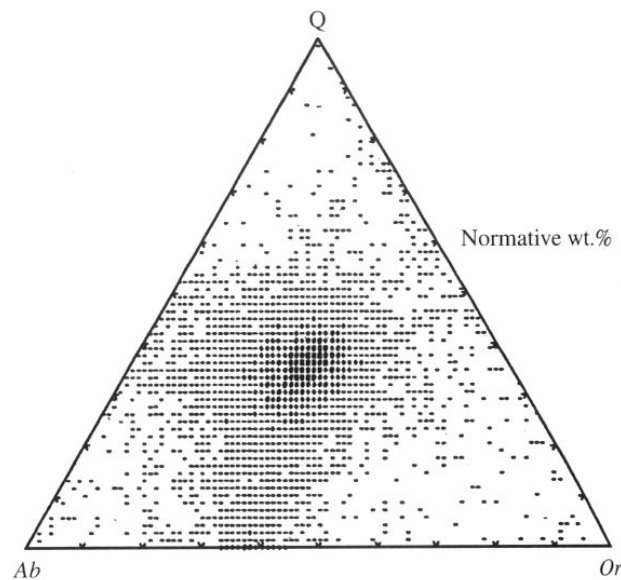
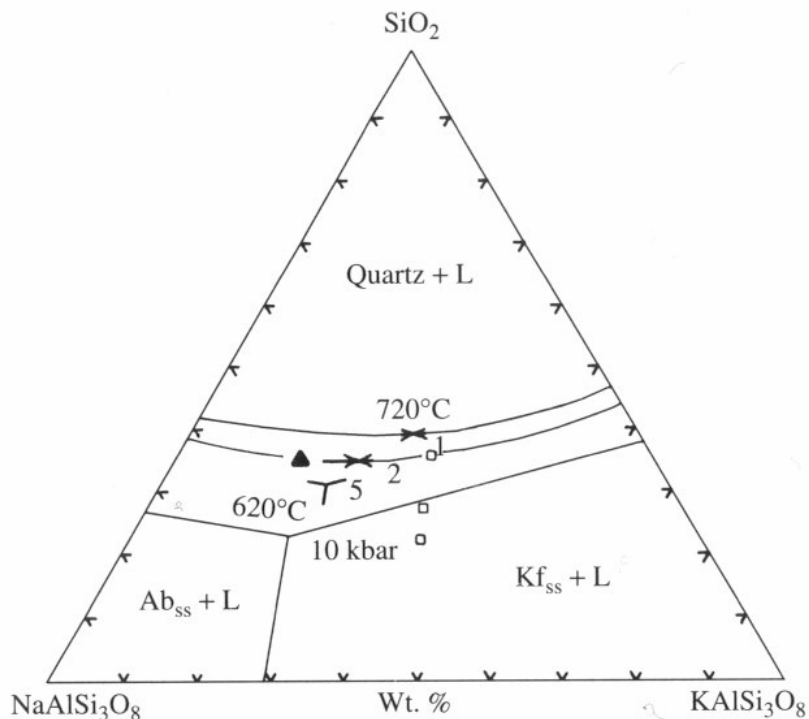
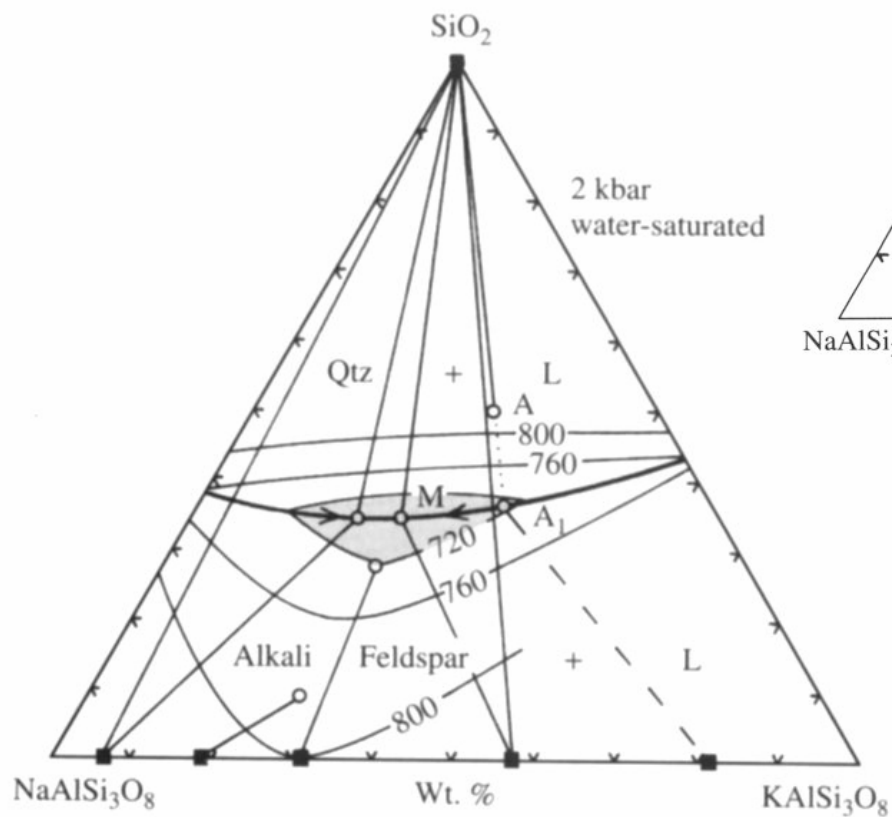
## Ternární systém Kf-Ab-An



# Fázové diagramy živců

## Ternární systém Kf-Ab-SiO<sub>2</sub>

### Vliv vody



7 659 granitických hornin