

# MAGMATSKE KAMNINE



# Razširjenost magmatskih kamnin v Sloveniji

V Sloveniji so magmatske kamnine razširjene na Pohorju, v Karavankah in v ozkem pasu osrednje Sloveniji od Idrije, severno od Ljubljane, proti Celju, na Kozjanskem in Bohorju ter v okolici Grada na Goričkem.

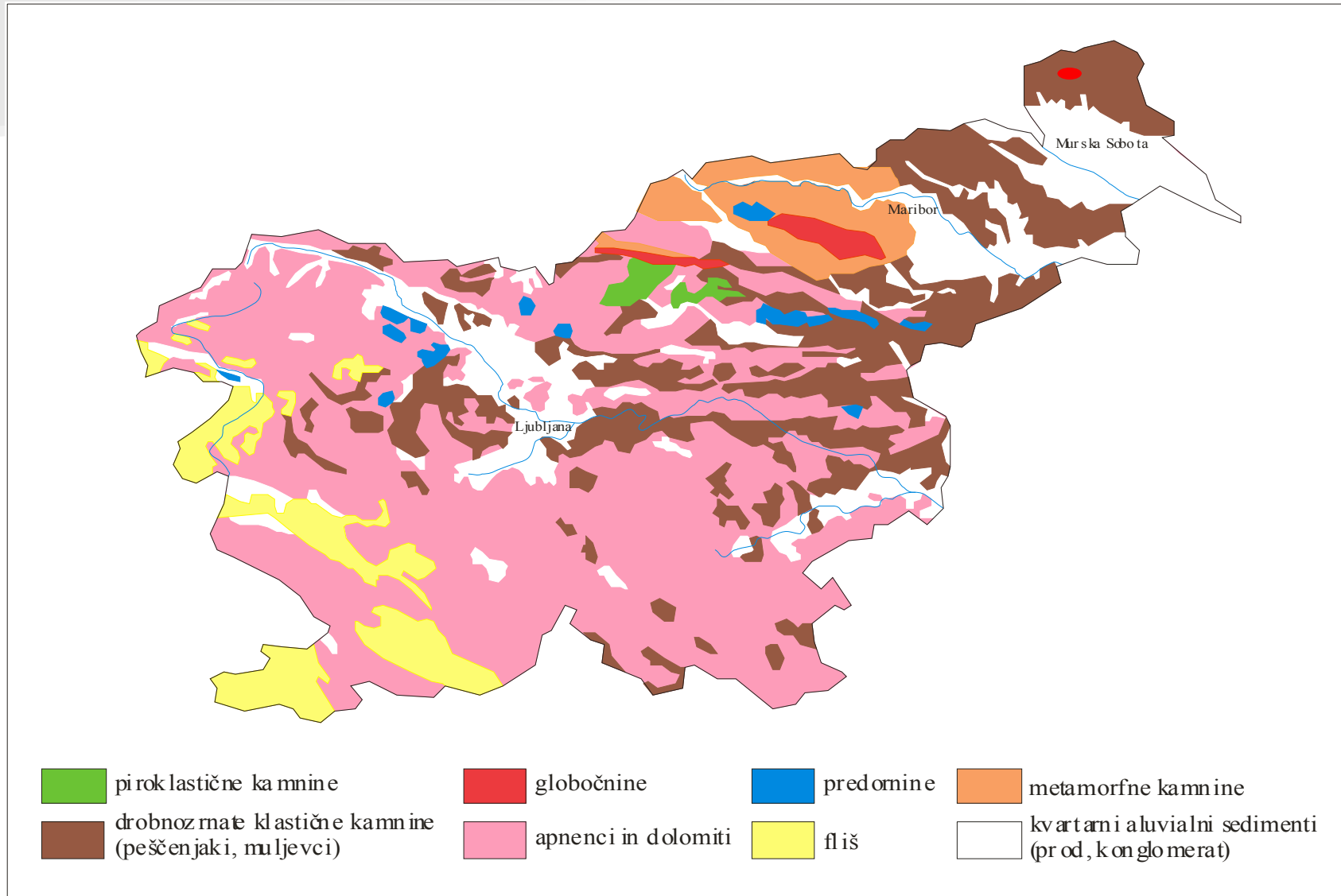
Osrednji del Pohorja tvori veliki **granodioritni** batolit, ki se je vtisnil v pohorski metamorfni masiv. V okolici Cezlaka na Pohorju nastopa še globočnina gabrske sestave – **čizlakit**. **Granodioritni masiv** se proti severozahodu nadaljuje v predornino **dacit**. Omenjene kamnine sekajo številne **pegmatitne** in **aplitne žile**. Vse kamnine so oligocenske do spodnjemiocenske starosti (20–17 milijonov let).

V Karavankah najdemo **granite, granitporfirje in sienogranite v katerih so številni vključki bazičnih kamnin (gabro) ter tonalit**. Vse kamninske različke sekajo številne **pegmatitne in aplitne žile**. Graniti in sieniti so triasne starosti (~244–216 milijonov let) in tonaliti oligocenske starosti (24–23 milijonov let).

V pasu osrednje Slovenije nastopajo v glavnem srednjetriasne (~200 milijonov let) predornine: **porfir, keratofir, diabaz in bazalt**.

V okolici Grada na Goričkem so manjša telesa pliocenskega (~4 milijone let) **peridotita**.

# Poenostavljena petrografska karta Slovenije



## SESTAVA MAGME

**MAGMA** - katerikoli delno ali popolnoma staljen naraven material

Silikatna talina s 45 - 75 ut. %  $\text{SiO}_2$ , redko manj ali brez (karbonatiti) .

**FIZIKALNE LASTNOSTI MAGME** - odvisne od kemične sestave

**gostota** - magme z visoko vsebnostjo težkih el. (Ca, Ti, Fe,..) so gostejše od tistih z visoko vsebnostjo lahkih el. (Si, Al, Na,...)

**kristalizacijski interval** - temperaturno območje (več  $100^\circ\text{C}$ ) prehoda magme iz tekočega (liquidus) v trdno (solidus) stanje. Odvisen je tako od tlaka, kot tudi od kemizma magme, ter vsebnosti lahkoehlapnih komponent ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ), ki se pri padcu p in T izdvojijo kot samostojna plinska faza. Večina magmatskih mineralov ima tališče  $> 1000^\circ\text{C}$

**magmatski sistem** - tekoča, trdna in plinasta faza

**viskoznost** - odpornost proti tečenju pri diferencialnem ali strižnem tlaku  
viskoznost magem je odvisna od vsebnosti  $\text{SiO}_2$  (polimerizacija)

## SESTAVA MAGME

**viskoznost** - odpornost proti tečenju pri diferencialnem ali strižnem tlaku  
viskoznost magem je odvisna od vsebnosti  $\text{SiO}_2$  (polimerizacija) in kationov Fe, Mg, Ca, K, Na, ki polimerizacijo zadržujejo, podoben efekt ima tudi  $\text{H}_2\text{O}$ .

## KEMIJSKA SESTAVA MAGME

glavne prvine (>2ut.%):

O, Si, Al, Ti, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P  
S, F, Cl

sledne prvine (< 0.1 ut.%) (ppm, ppb): vsi ostali

## Vsebnost elementov in glavnih oksidov v ut. %

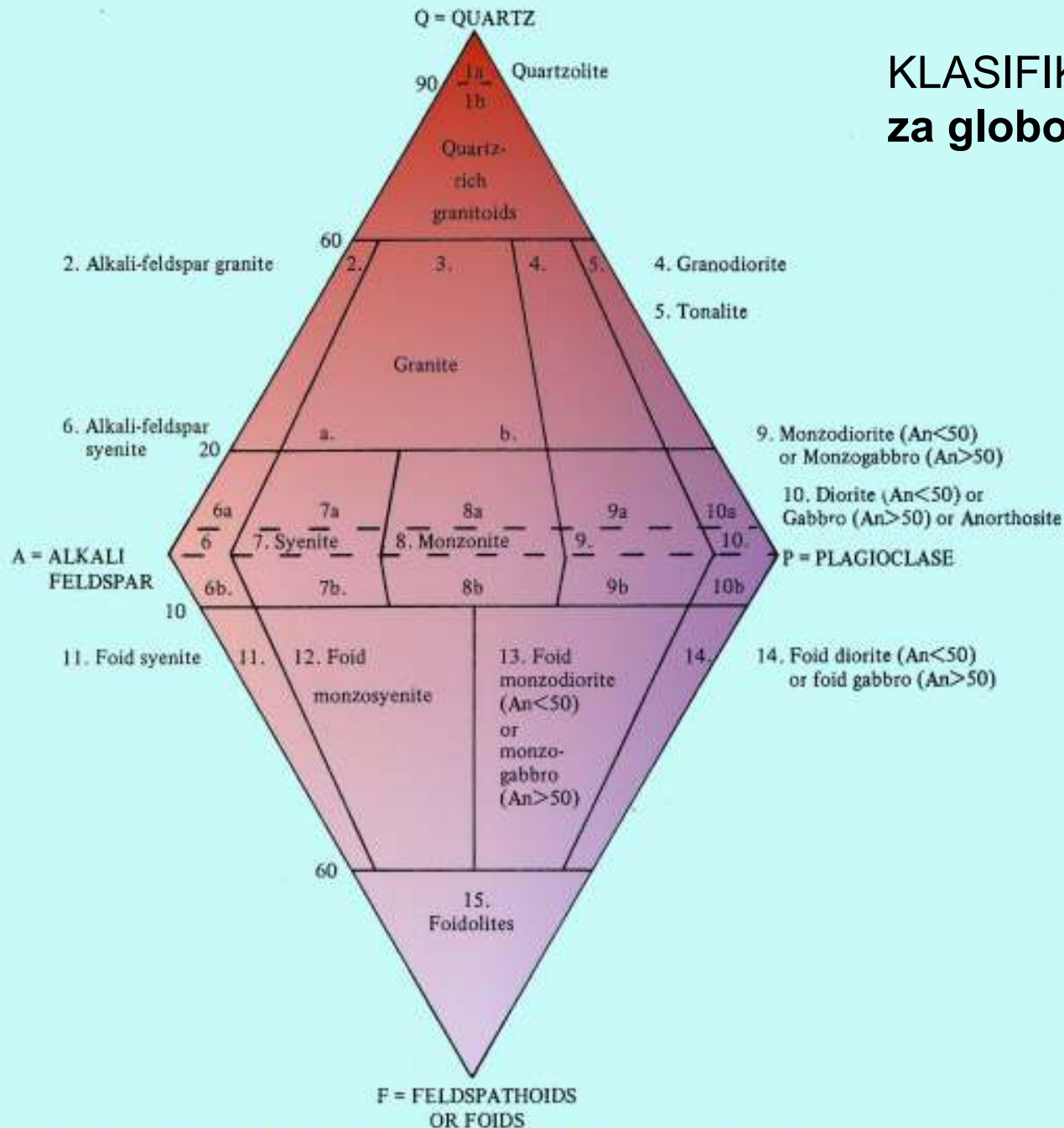
El.	Zemlja
Fe	31
O	30
Si	18
Mg	16
Ni	1.7
Ca	1.8
Al	1.4
Na	0.9

Oksid	plašč	oc. skorja	kont. skorja
SiO <sub>2</sub>	45.2	49.4	60.3
TiO <sub>2</sub>	0.71	1.4	1.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.54	15.4	15.6
FeO	8.48	10.1	7.2
MnO	0.14	0.3	0.1
MgO	37.48	7.6	3.9
CaO	3.08	12.5	5.8
Na <sub>2</sub> O	0.57	2.6	3.2
K <sub>2</sub> O	0.13	0.3	2.5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	0.2	0.2

## Vsebnost glavnih oksidov v ut. % v kamninah

Oksid	granit	grano diorit	diorit	sienit	gabro	bazalt
SiO <sub>2</sub>	72	67	59	57	51	50
TiO <sub>2</sub>	0.3	0.5	1	1	1	2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14	16	17	17	16	16
FeO	2	3	5	3	8	7
MnO	0.05	0.08	0.1	0.1	0.1	0.2
MgO	1	2	4	2	8	7
CaO	2	4	7	4	10	10
Na <sub>2</sub> O	4	4	4	5	2	3
K <sub>2</sub> O	4	3	2	5	1	1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	1.5	2.5	3	3	4

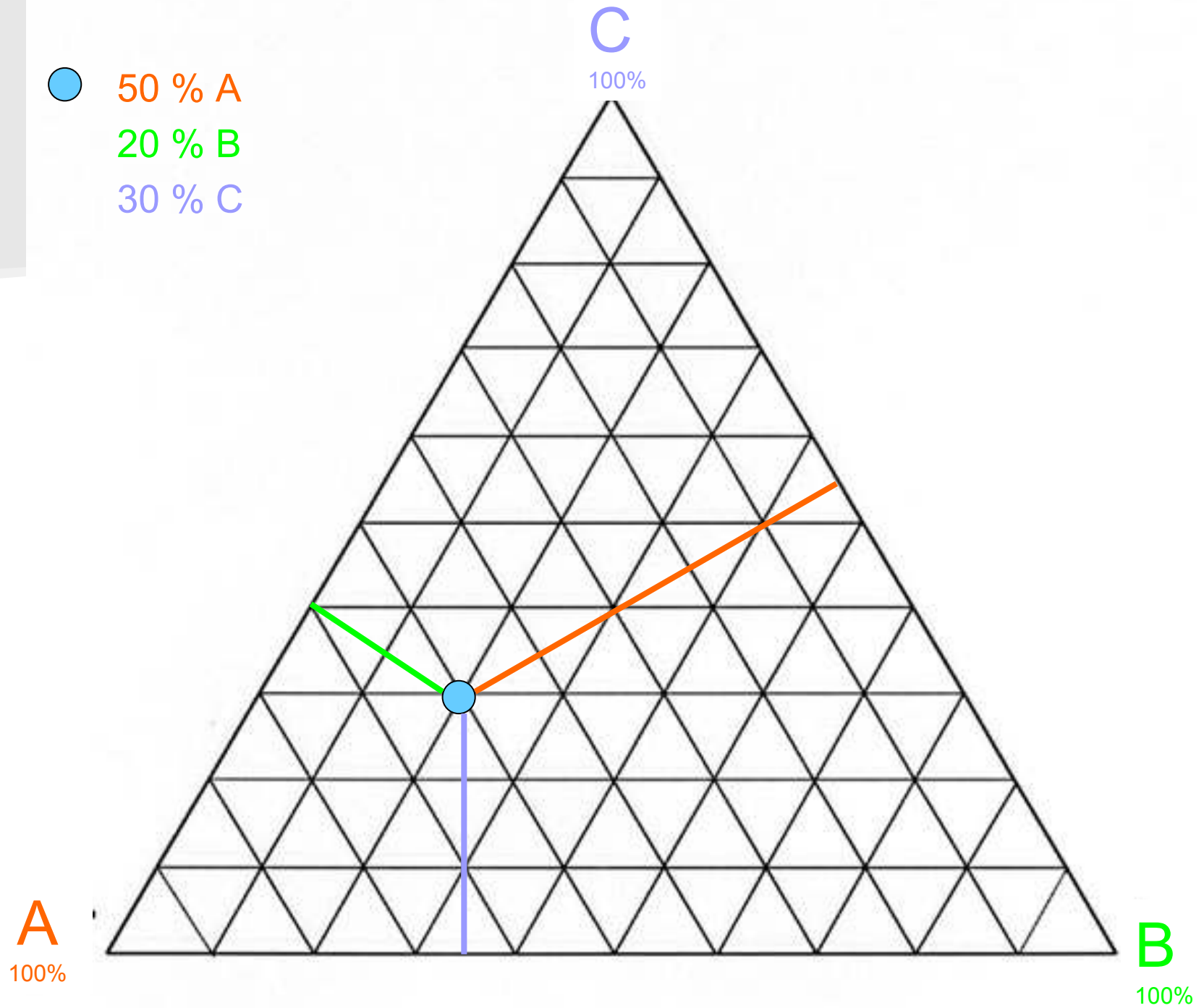
# KLASIFIKACIJA STRECKEISEN za globočnine



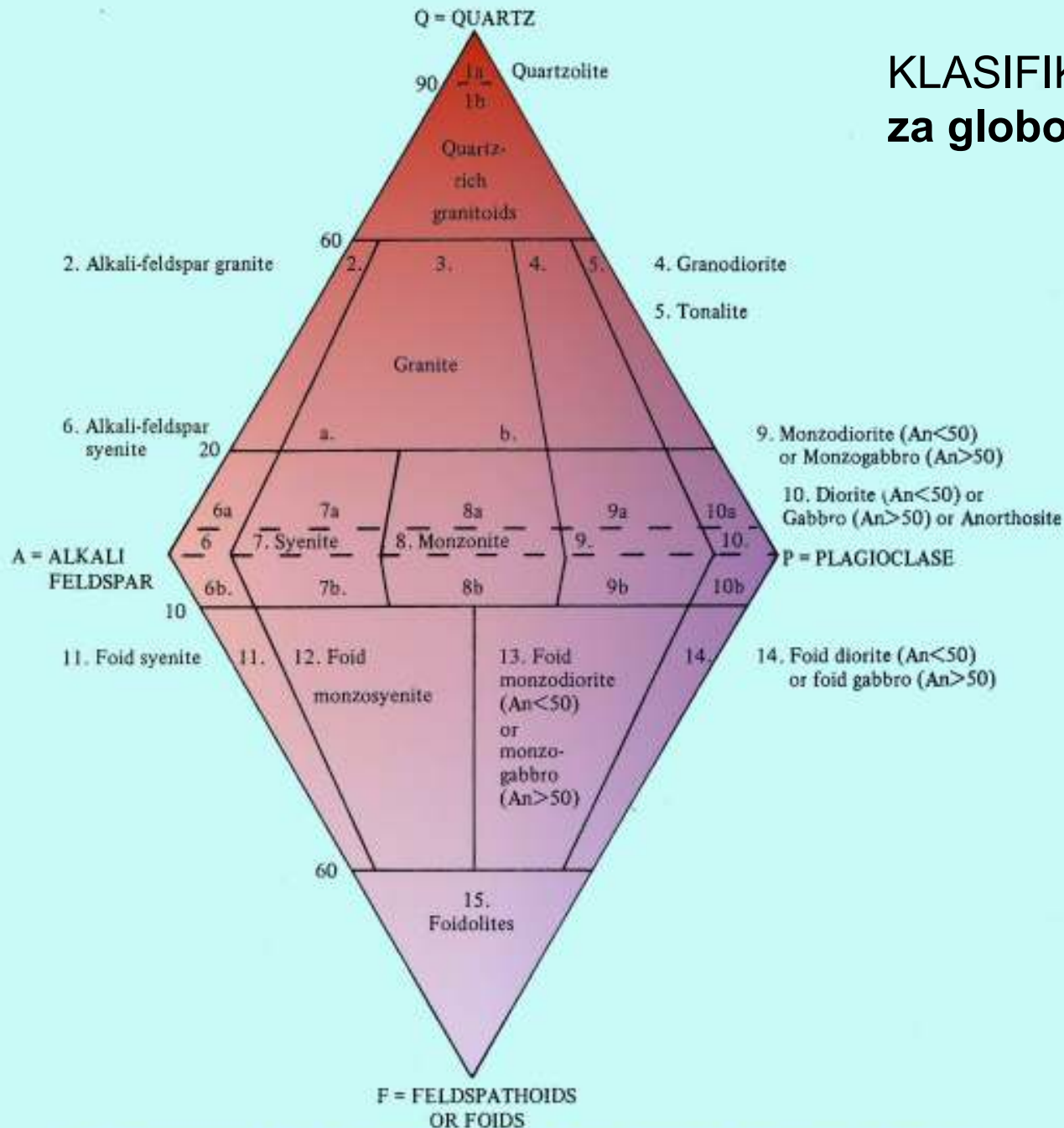
The Streckeisen general classification of plutonic rocks, with M - mafic minerals <90. (An = anorthite, Ab = albite)  
Modified after Murray (1981) after Streckeisen (1974). Ian West & Tonya West (c) 2006.



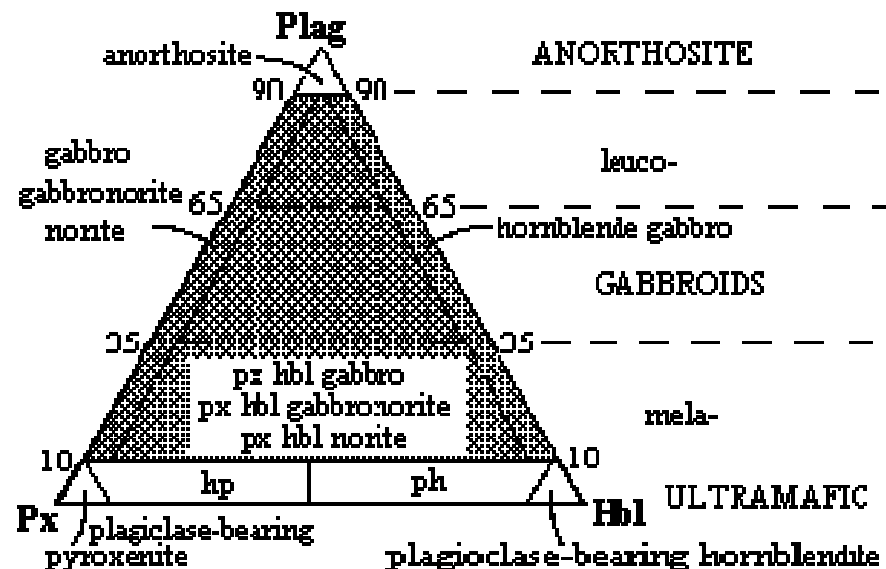
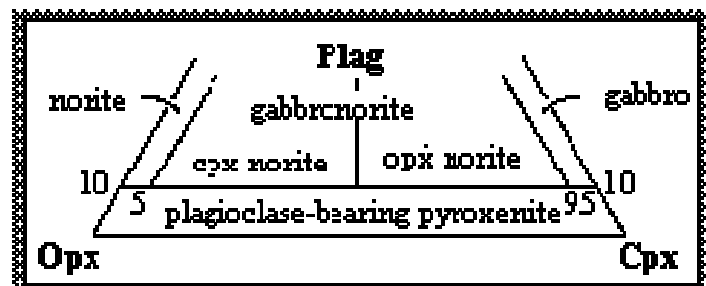
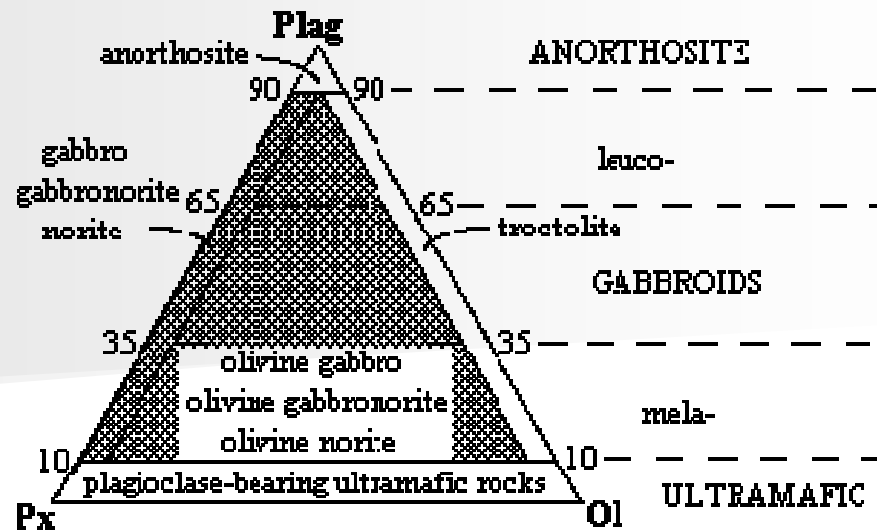
- 50 % A
- 20 % B
- 30 % C



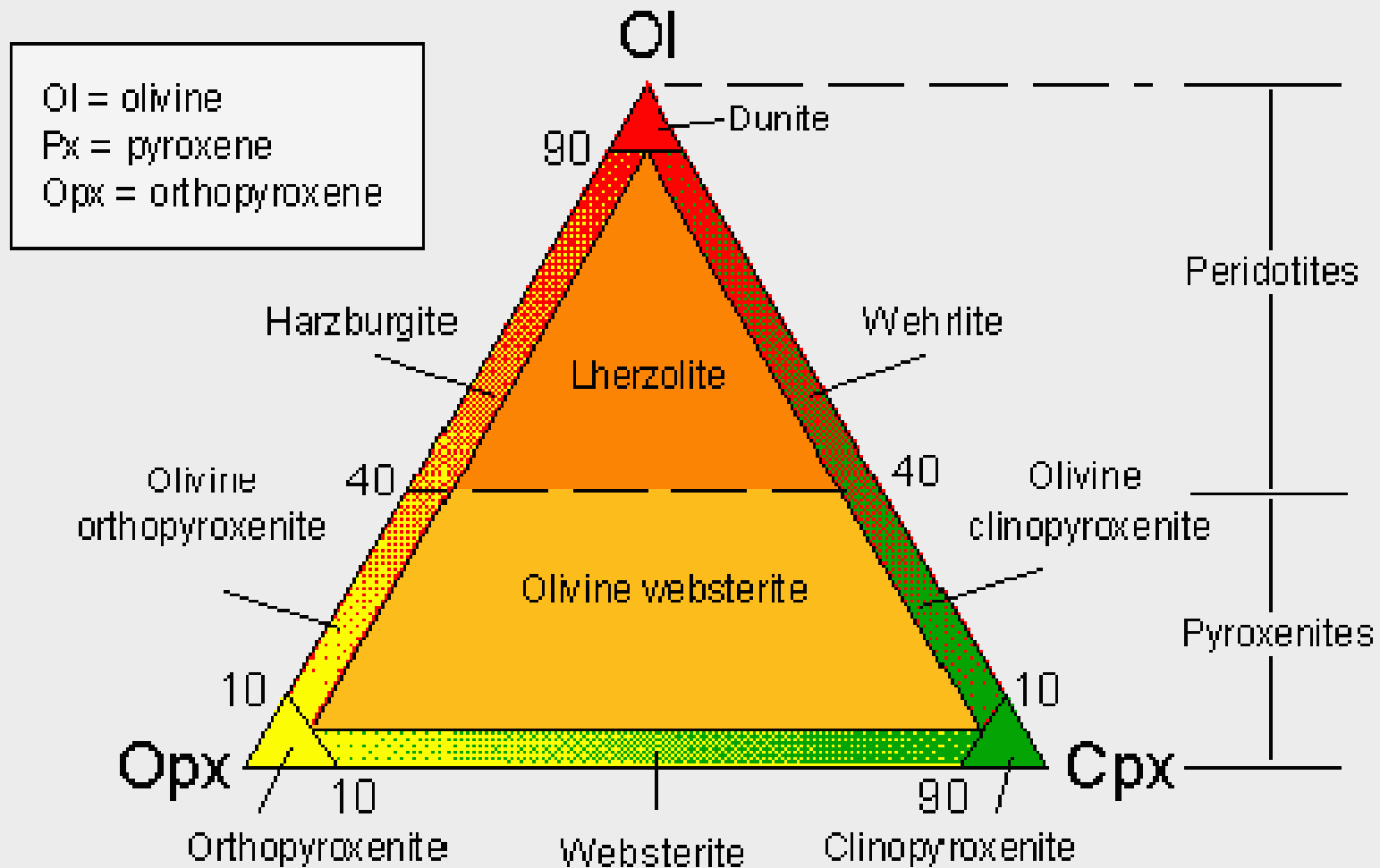
# KLASIFIKACIJA STRECKEISEN za globočnine

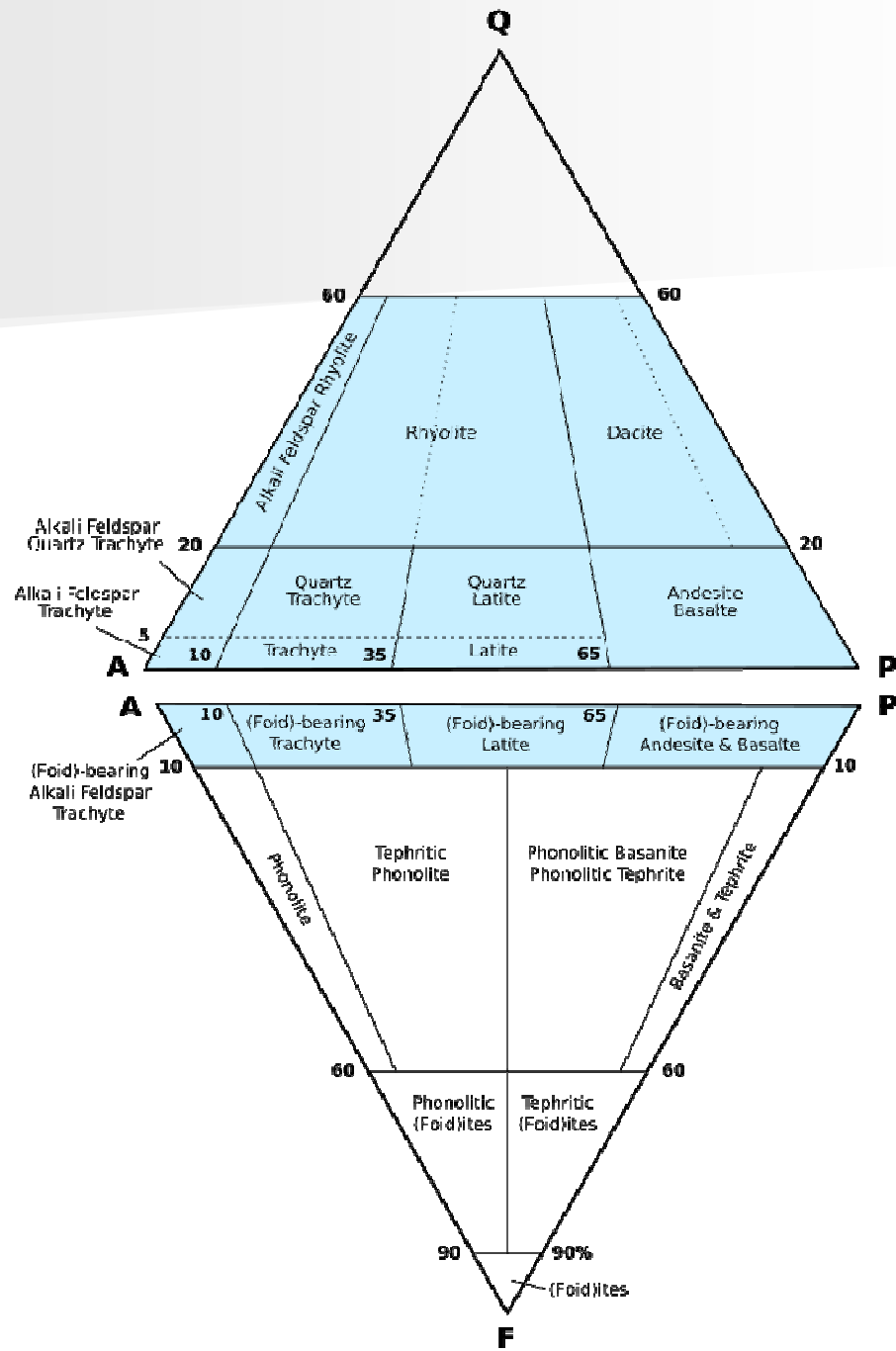


The Streckeisen general classification of plutonic rocks, with M - mafic minerals <90. (An = anorthite, Ab = albite)  
Modified after Murray (1981) after Streckeisen (1974). Ian West & Tonya West (c) 2006.



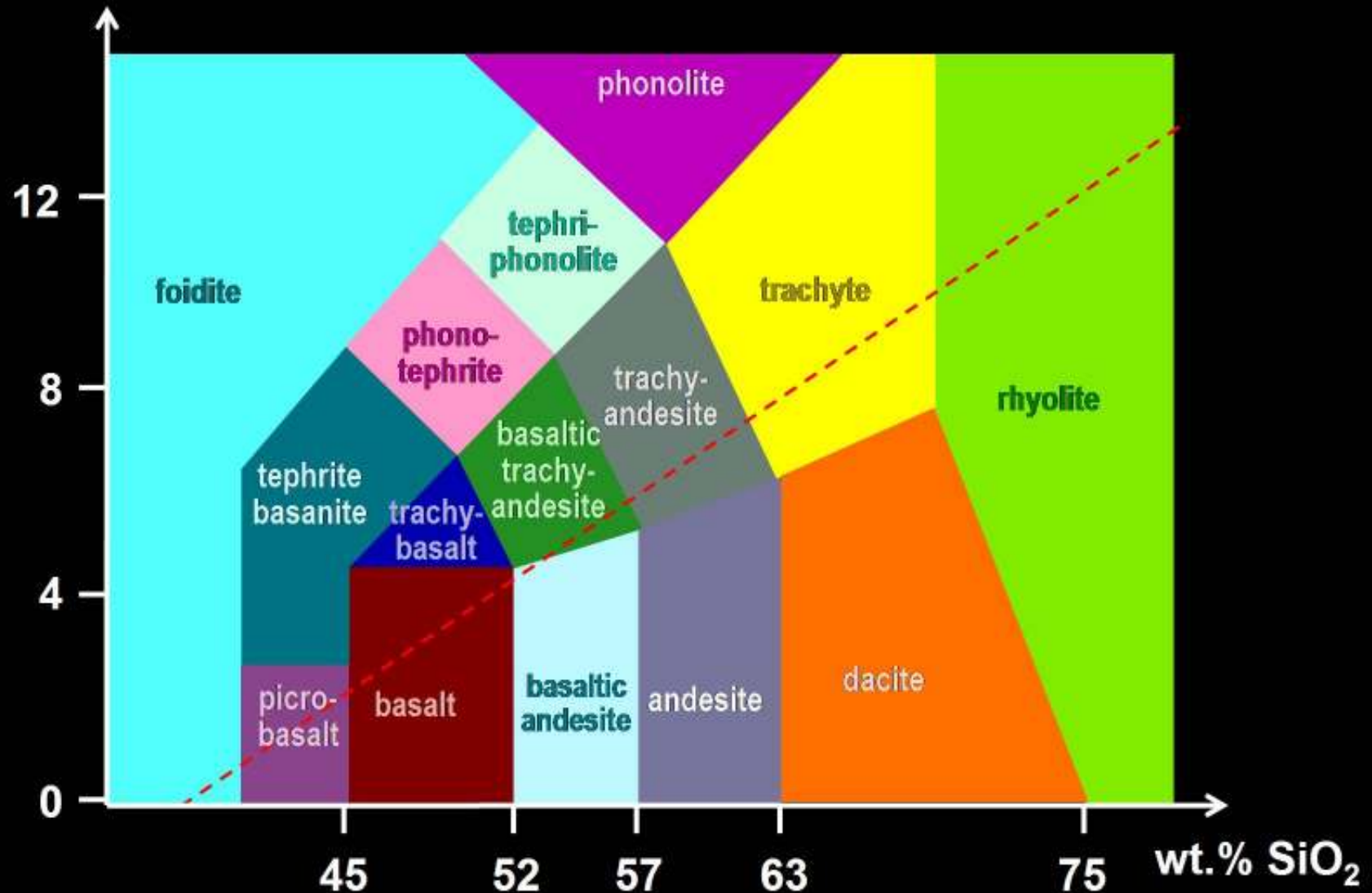
PORTION OF IUGS CLASSIFICATION OF ULTRAMAFIC ROCKS  
(after Streckeisen, 1976)





# TAS diagram for volcanic igneous rocks

wt.% (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)



# KRISTALIZACIJA MAGME

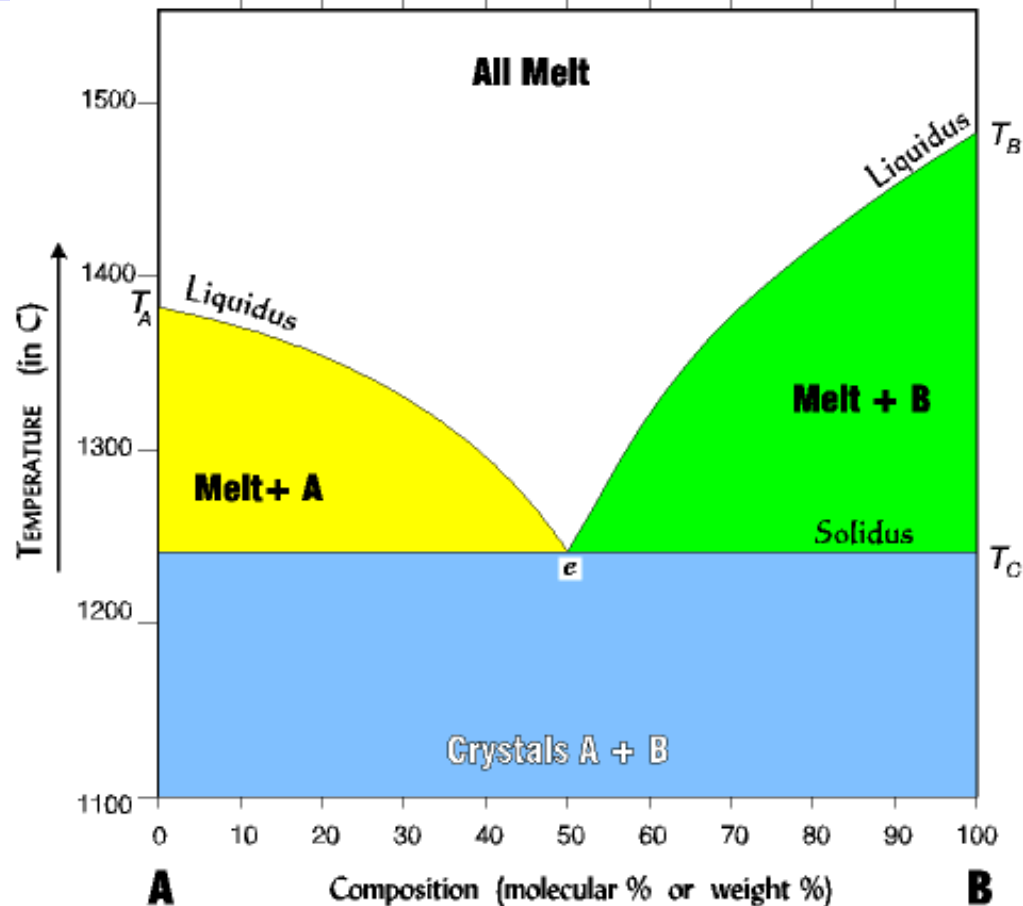
Prve raziskave:

minerali magmatskih kamnin se talijo pri 1000-1800°C

magmatske kamnine se popolnoma stalijo pri 800-1200°C

Fazni diagram:

temeljno orodje prikaza kristalizacije in taljenja



**Ravnovesje:**

stanje geološkega sistema, v katerem ni nobenega faktorja, ki bi povzročil spremembe  
(T, p, deleži mineralov in taline so konstantni)

**Zaprt sistem:**

z okolico se izmenjujeta toplotna in mehanska energija,  
NE pa tudi masa

**Odprt sistem:**

energija IN masa sta izmenljivi z okolico

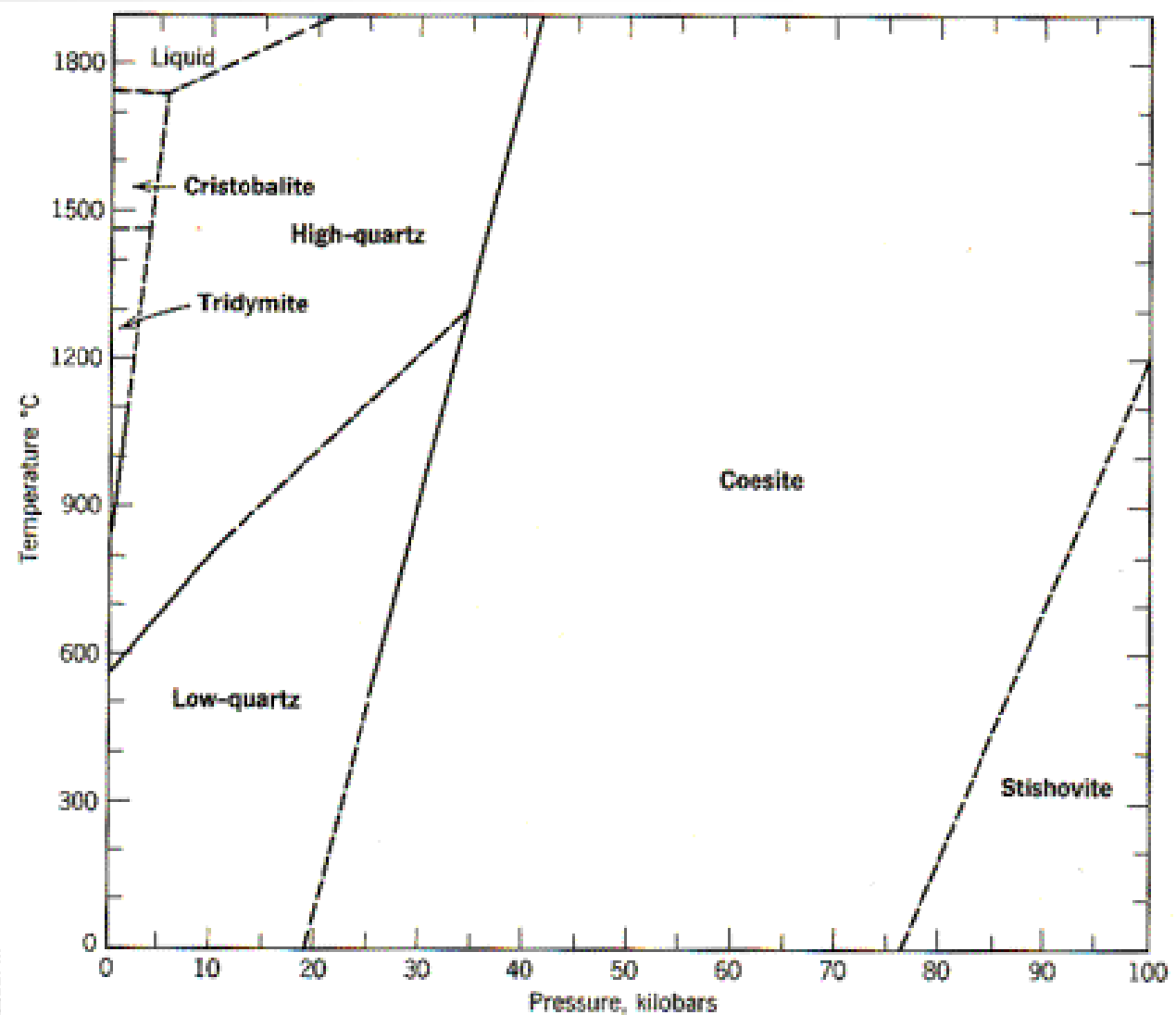
**Masna bilanca:**

koncept ohranjanja konstantne celotne sestave pri kemijskih  
in fizikalnih procesih v kamninah



**Faza:**

homogen, fizično ločljiv del sistema



**Komponente:**

minimalno število kemijskih spojin  
potrebnih za opis vseh faz v sistemu

**V sistemu ne more biti več komponent kot je faz.**

**Fazno pravilo:**

**koncept ohranjanja konstantne celotne sestave pri kemijskih  
in fizikalnih procesih v kamninah**

## FAZNE TRANSFORMACIJE

### Definicija faze

Faza je homogeno stanje snovi, fizično ločljivo od ostalih faz v sistemu.

**Stabilnost** je lastnost faze, da se ne spreminja. Če faza lahko obstane nespremenjena preko določenega območja temperatur in tlakov, pravimo da je v tem območju stabilna. Izven tega območja pa določena faza preide v drugo fazo (ali faze), stabilne pri novih pogojih.

Faza je **metastabilna**, kadar lahko obstaja več sto, tisoč ali milijonov let pri pogojih pri katerih sicer ni stabilna in v tem času počasi prehaja v stabilno fazo (faze). Steklo je metastabilni material.

**Parni tlak** imenujemo tlak, ki ga ustvarja tekočina ali trdna snov v zaprti inertni posodi. Molekule snovi uhajajo z njenega površja in zapolnijo preostanek prostora v posodi. V ravnovesnem sistemu je število molekul, ki se ločijo od površine enako številu molekul, ki se vanjo vključijo iz pare.

**Kadar ima snov dva ali več polimorfov je stabilen tisti, katerega parni tlak je pri danih pogojih najnižji.**

## Fazno pravilo

**Sistem** predstavljajo atomi, ioni ali molekule izolirani od okolice.

**Komponente** predstavljajo elementi ali spojine, ki definirajo eno ali več faz v sistemu.

Sistem led-voda-para je enokomponentni.

**Za faze ki so v ravnovesju velja fazno pravilo (J.W.Gibbs):**

(p-število faz, c-število komponent, f-stopnja prostosti)

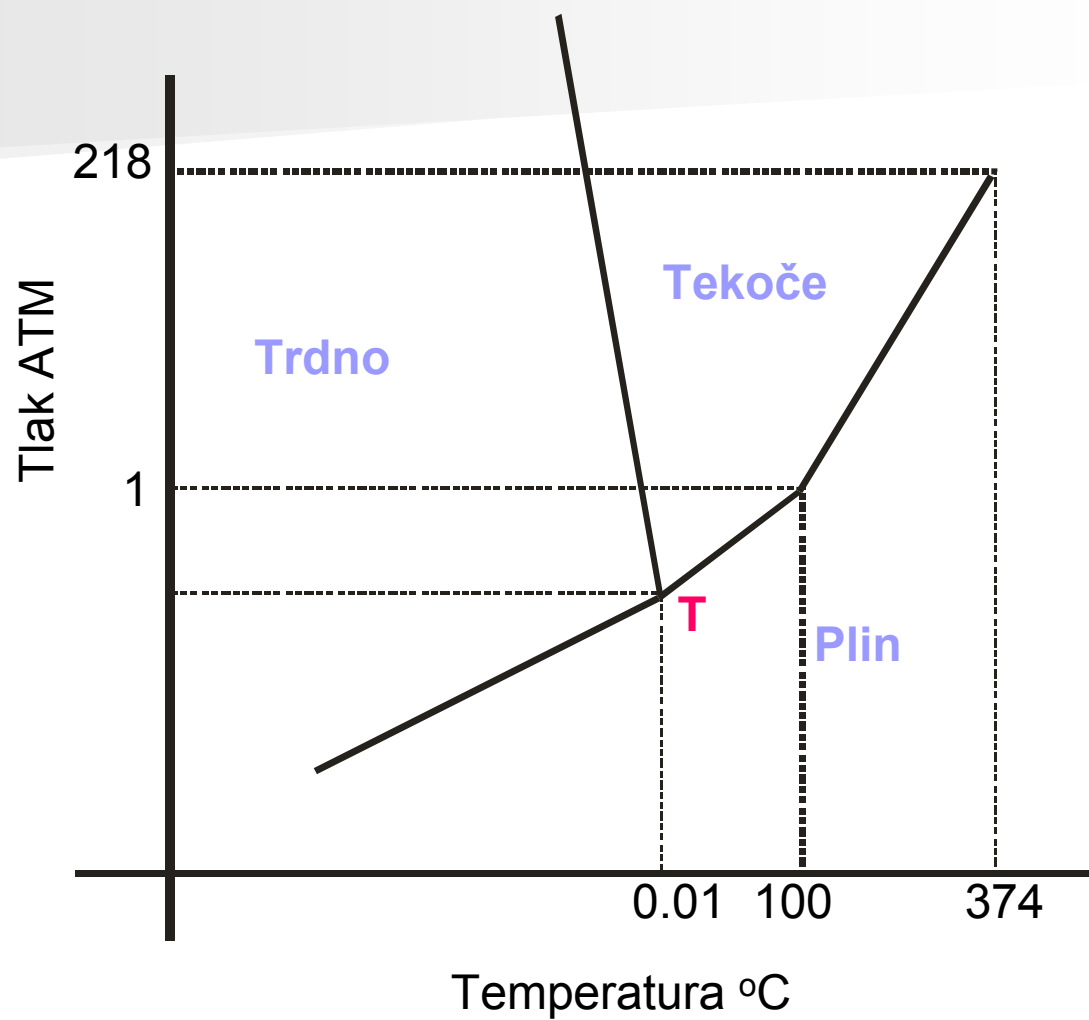
$$p + f = c + 2$$

**Stopnja prostosti f** predstavlja število prostorskih pogojev (P, T) ki jih lahko neodvisno spreminjamo ne da bi povzročili spremembo faz ali komponent v sistemu.

# Enokomponentni sistemi

## Shematični diagram sistema H<sub>2</sub>O

$$p + f = 3$$



## Dvokomponentni (binarni) sistemi

dvokomponentnih sistemih dve komponenti sami ali v določenih razmerjih sestavljata katerokoli fazo obstojno v sistemu. V sestavi plinaste in tekoče faze sta komponenti lahko v poljubnem razmerju.

Pri trdnih fazah pa ločimo naslednje možnosti:

- 1) ni trdne faze ki bi jo gradili obe komponenti (evtektična kristalizacija)
- 2) obstaja ena faza ki jo gradita obe komponenti z natančno določenim razmerjem (inkongruentno taljenje)
- 3) v trdni fazi je lahko razmerje komponent poljubno (trdna raztopina)

### Evtektična kristalizacija

V sistemu  $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$  -  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  tekoča faza lahko vsebuje obe komponenti v neomejenem razmerju.

V trdnem sta mogoči le čista  $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$  (diopsid) ali  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  (anortit).

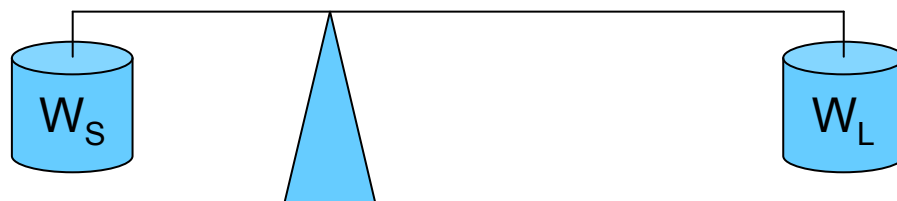
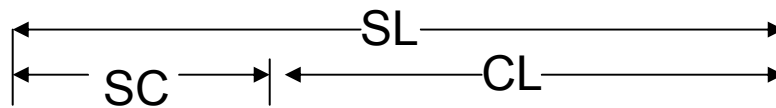
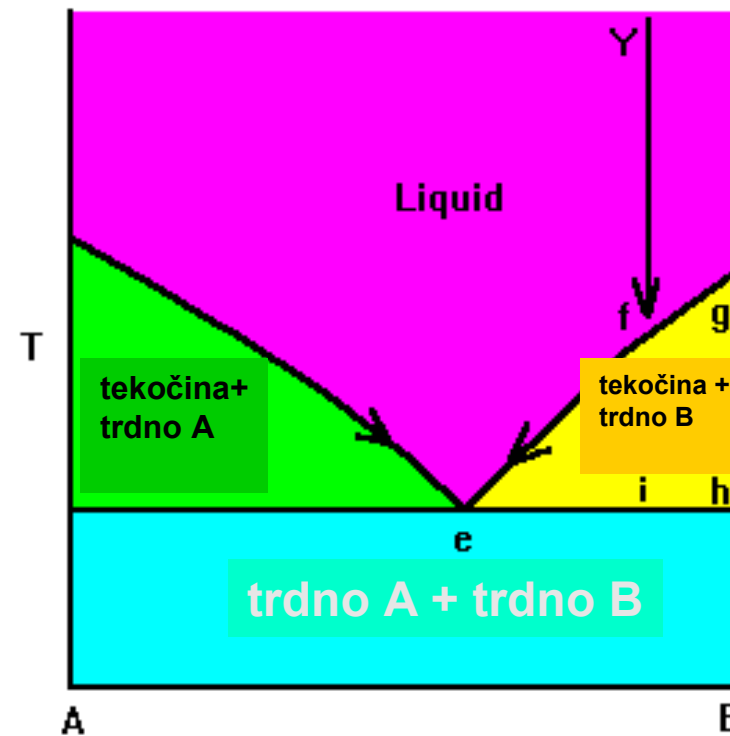
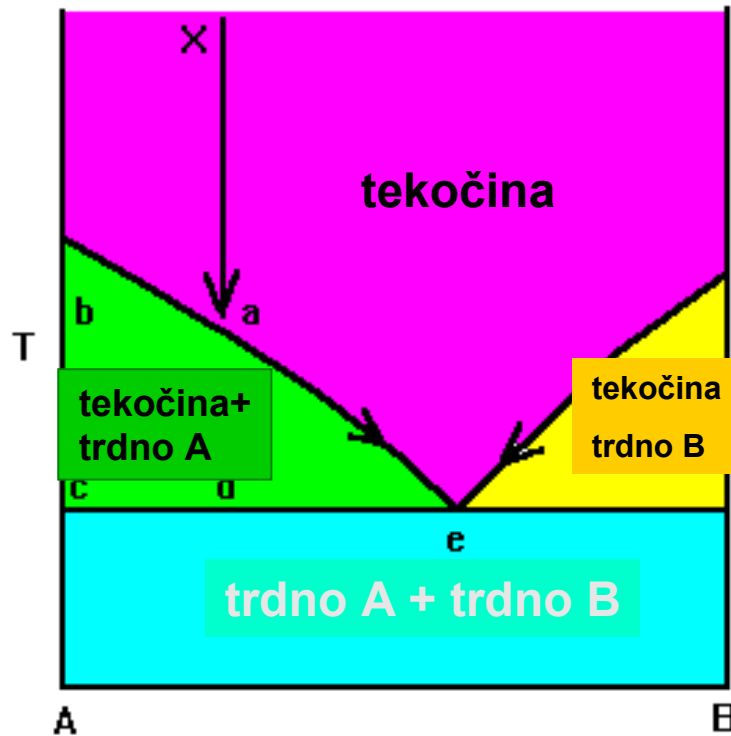
T,X diagram = fazni diagram

isopleta - črta, ki označuje enako sestavo

izoterma - črta konstantne temperature

# EVTEKTIČNA KRISTALIZACIJA

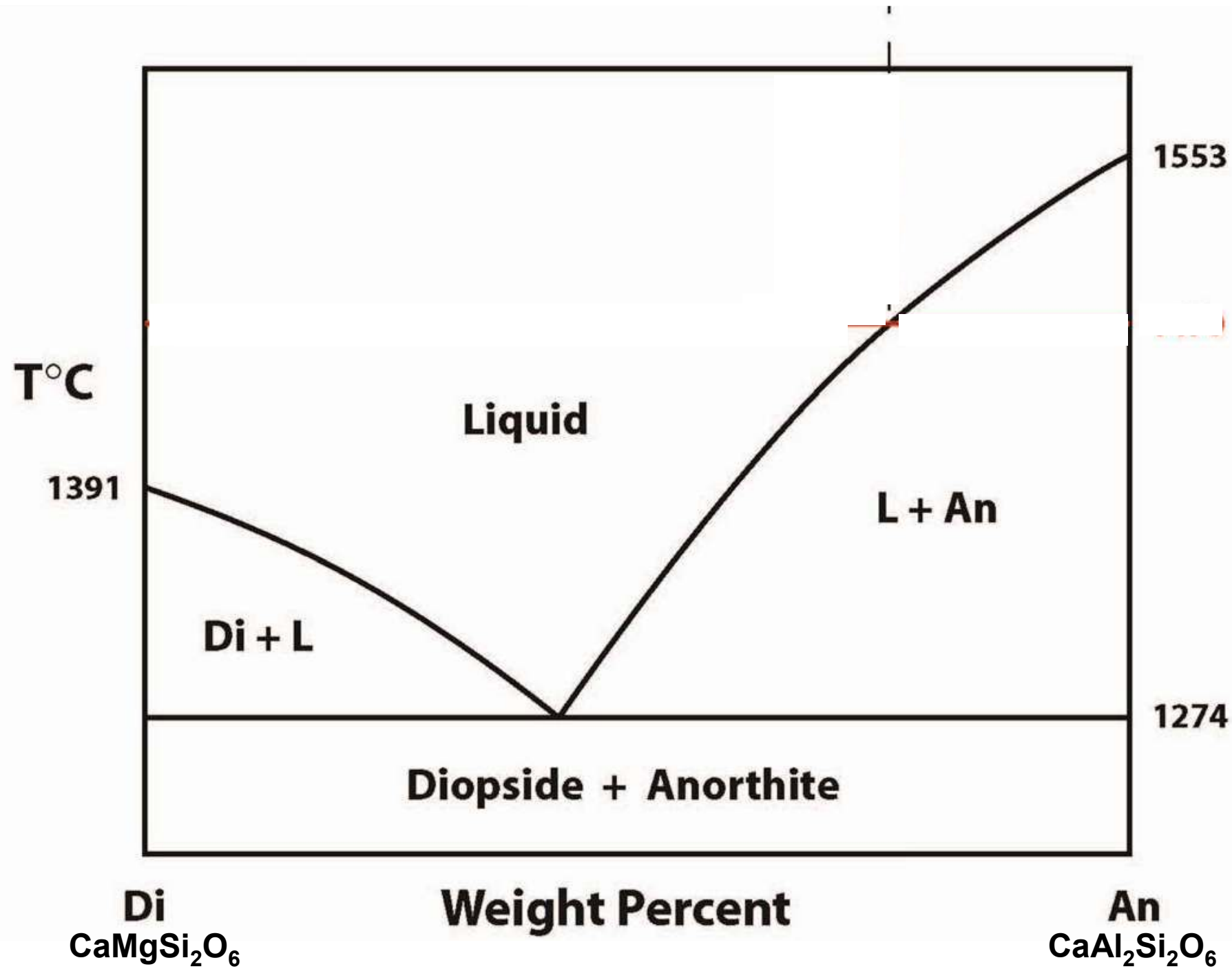
Evtektična kristalizacija = simultana kristalizacija dveh snovi v enakem razmerju kot ga je vsebovala talina.



utežni odstotek trdne snovi =  
 $(CL/SL) \times 100$  odstotkov

utežni odstotek tekočine =  
 $(SC/SL) \times 100$  odstotkov

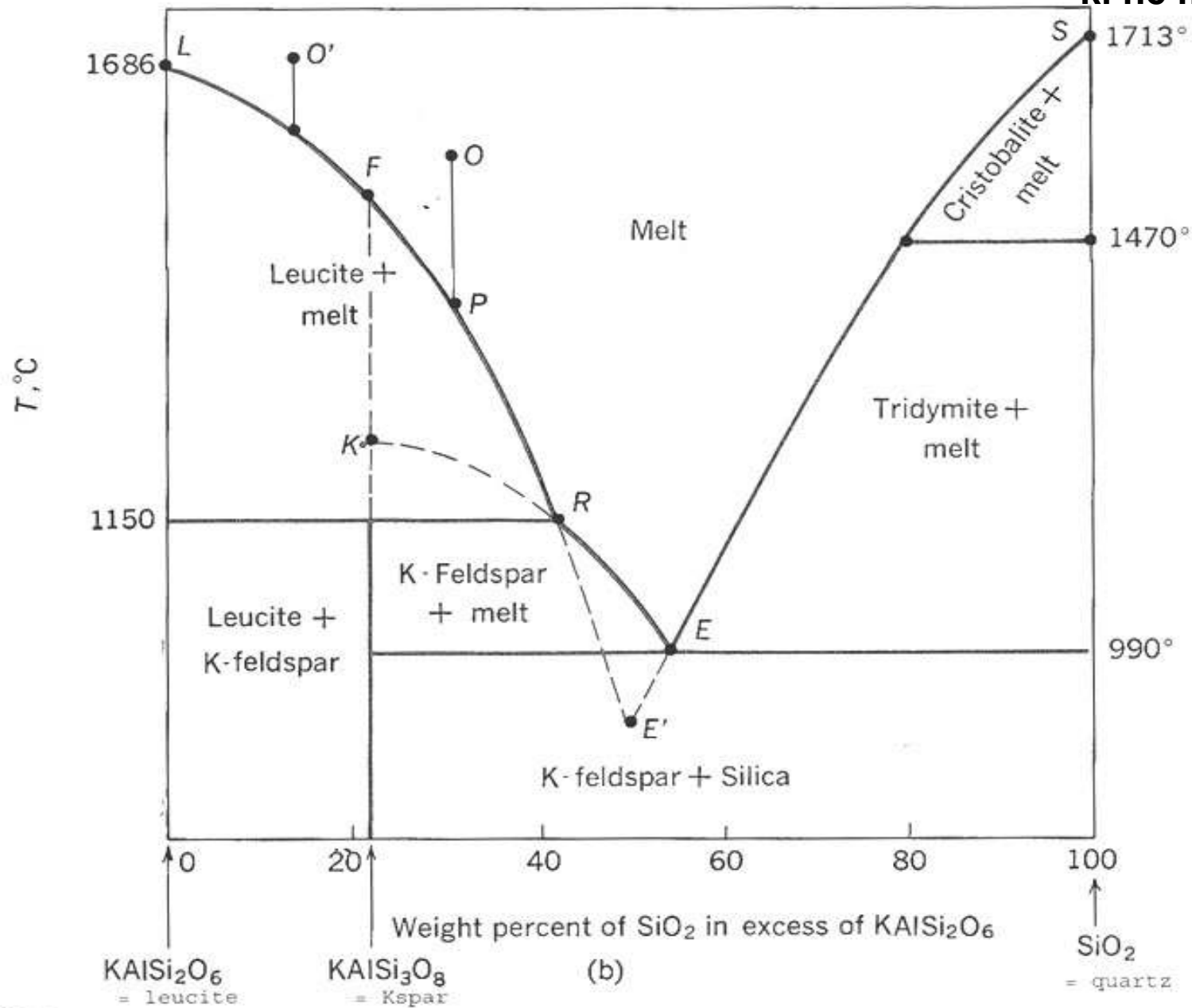
e - evtektična točka,  
evtektična temperatura, evtektična talina



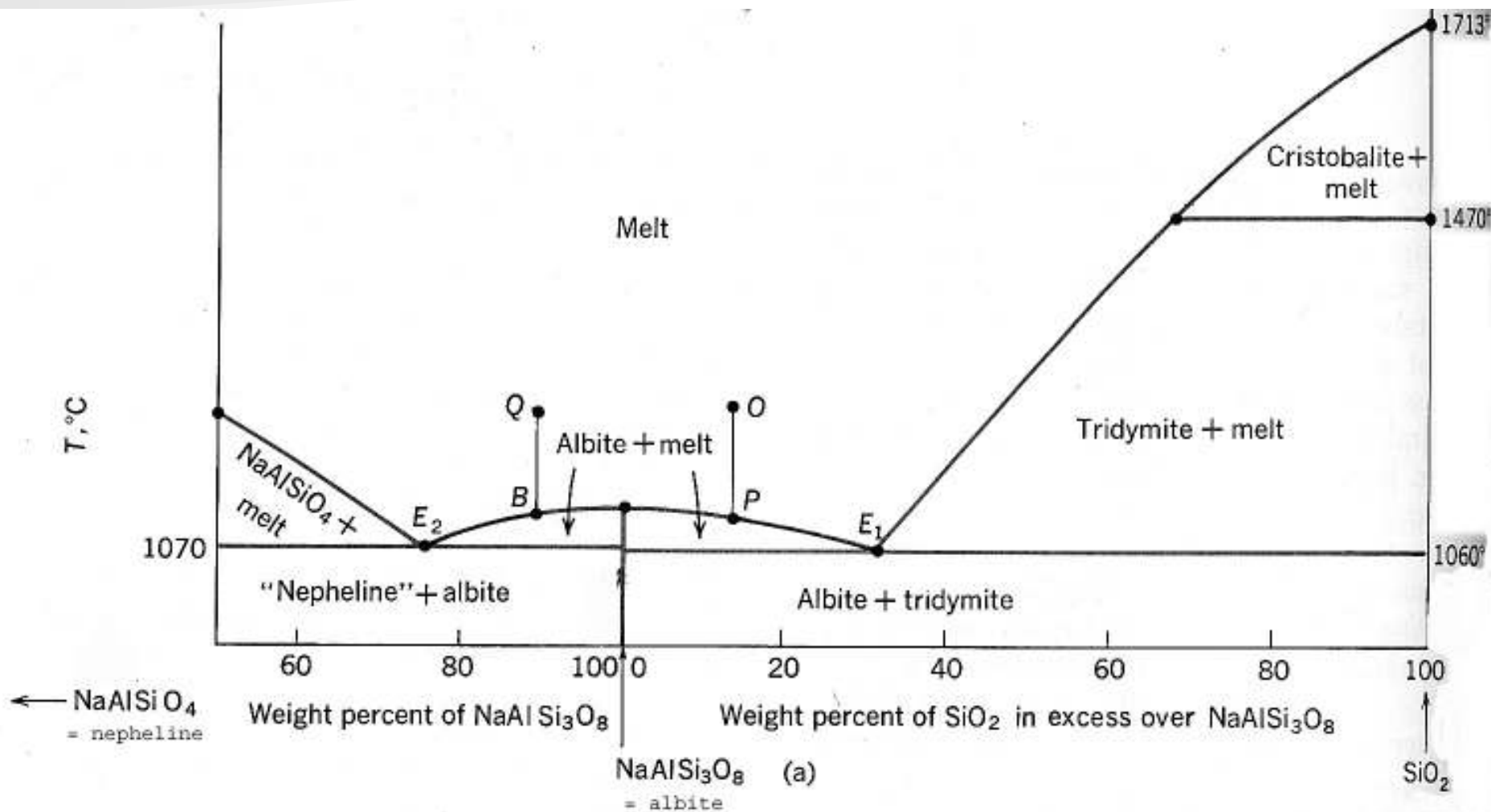


## Inkompatibilnost in inkongruentno taljenje

**Inkompatibilni** sta dve kristalni snovi,  
ki ne moreta obstajati  
skupaj  
(nista stabilni).

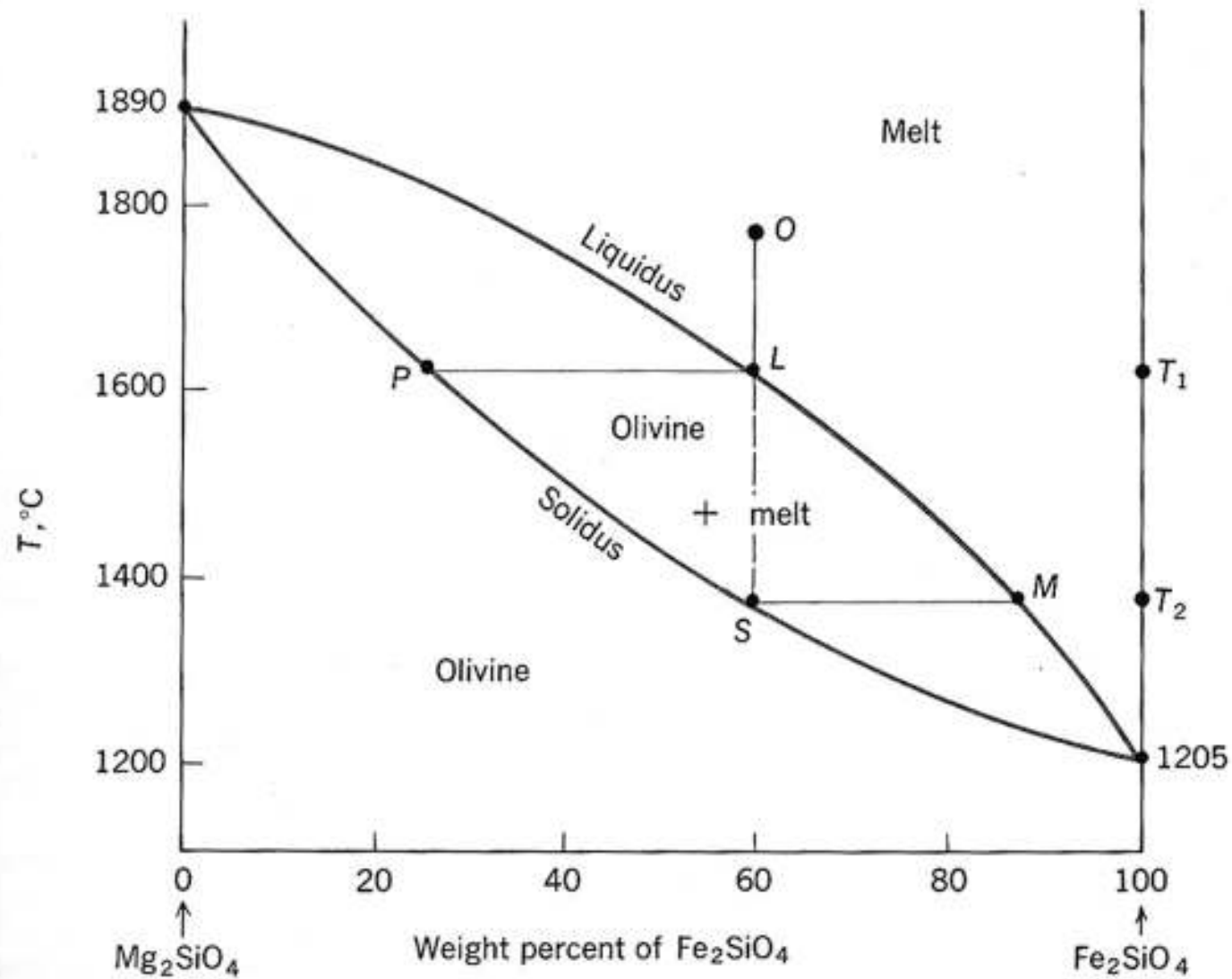


## Inkongruentno taljenje dva evteksična diagrama



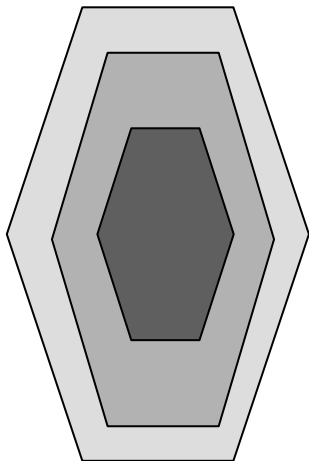
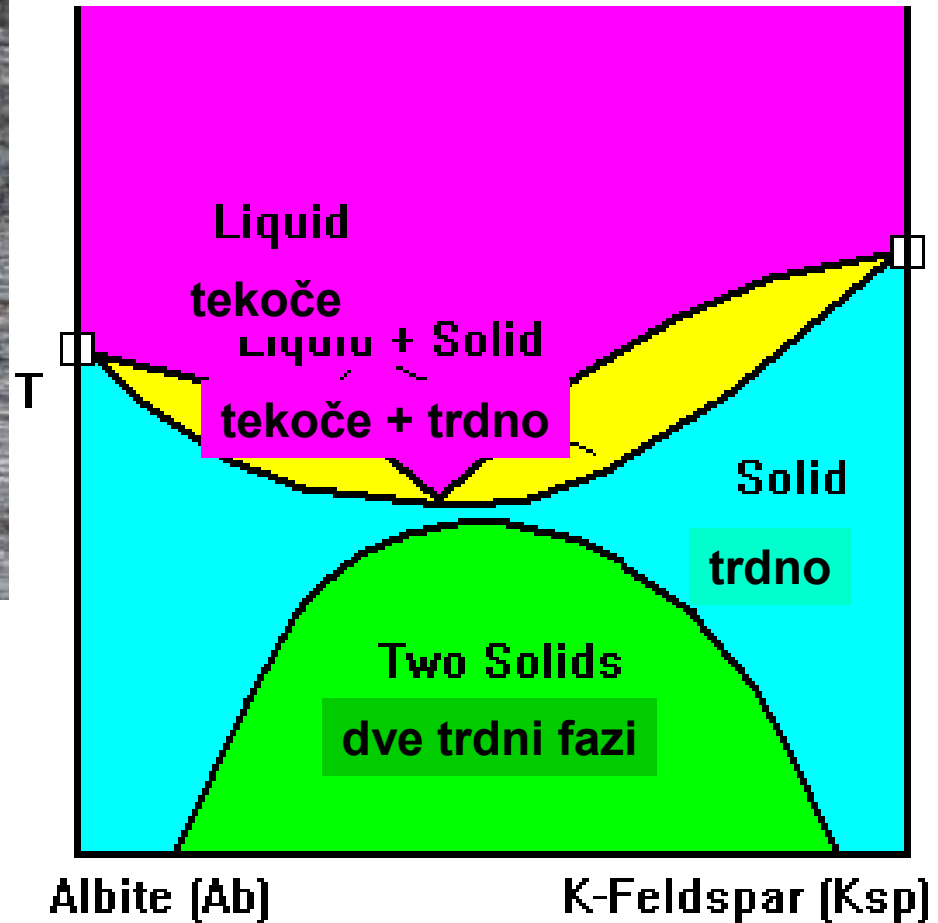
## Kristalizacija trdne raztopine

V nekaterih sistemih je možna popolna trdna raztopina med dvema skrajnima fazama. Primer je sistem  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  -  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ .





**Eksolucija** - proces razmešanja, ko pri znižanju temperature trdna raztopina ni več obstojna



**Conarnost** - jedro kristala ustreza visokotemperaturni komponenti, ki proti robu prehaja v nizkotemperaturno