



**BME**  
**ANYAGTUDOMÁNY ÉS TECHNOLÓGIA TANSZÉK**

## **Fe-C állapotábra**

**Dr. Reé András**  
ree@eik.bme.hu

**Dr. Orbulov Imre**  
orbulov@gmail.com

Fe-C

1

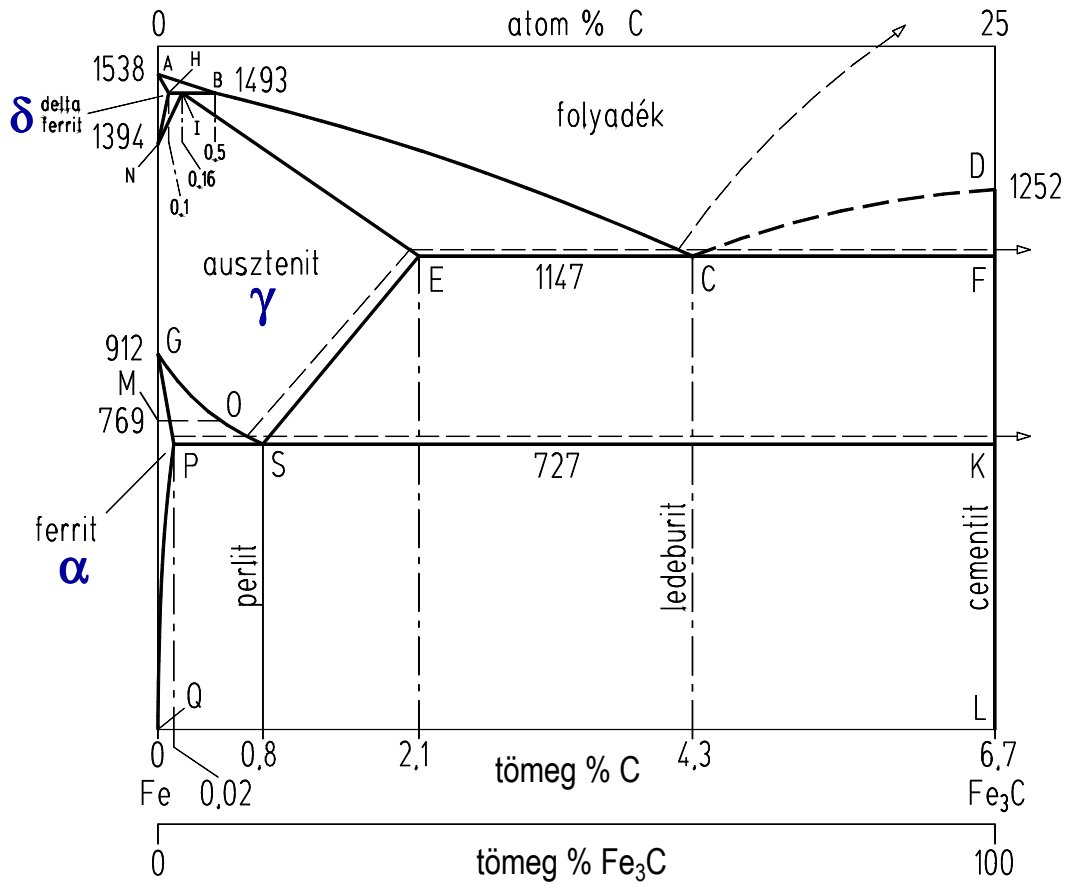
### **A gyakorlat fő pontjai**

- ◆ **A Fe-C állapotábra felépítése**
  - Stabil (grafit) rendszer
  - Metastabil (karbid) rendszer
  - Fázisok
  - Szövetelemek
- ◆ **Átalakulások lehűlés közben**
- ◆ **Példák megoldása**

Fe-C

2

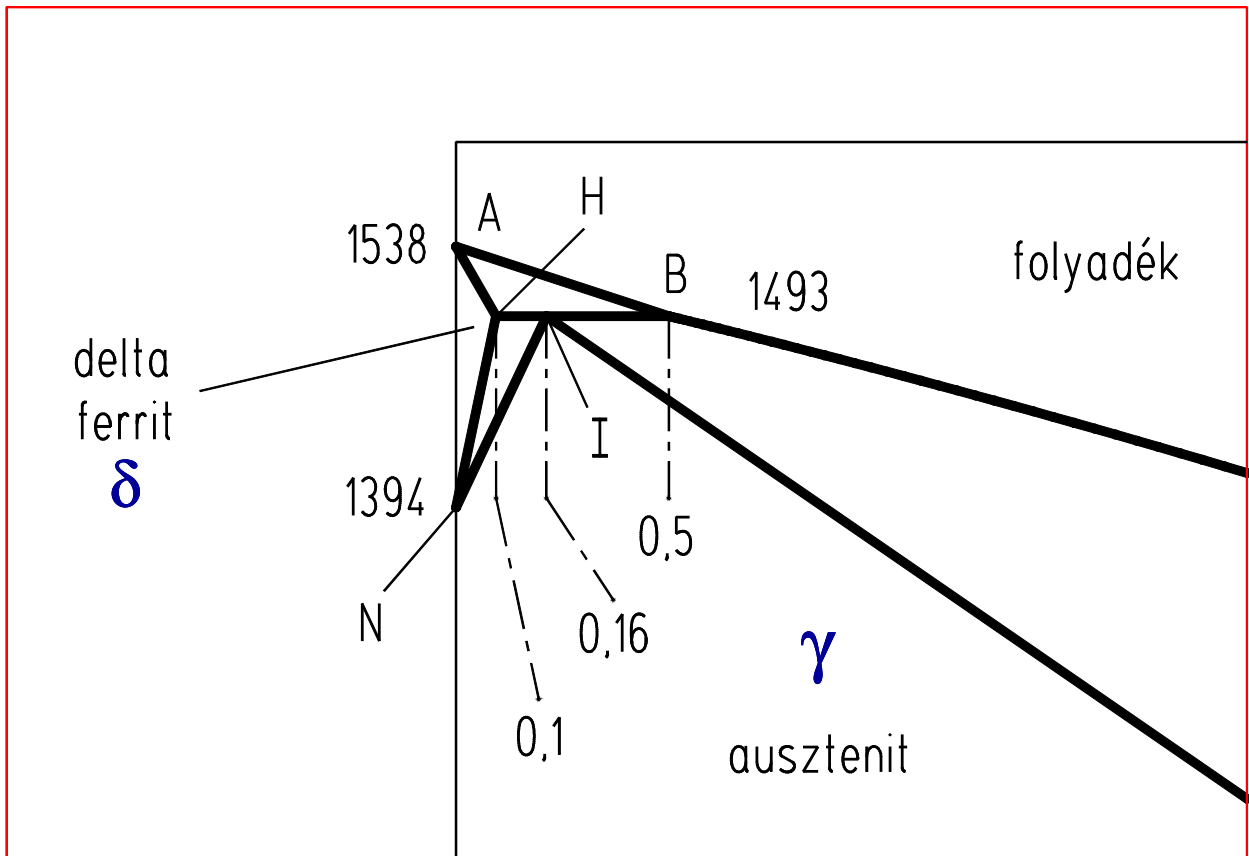
# Fe-C ikerdiagram



Fe-C

3

## Peritektikus sarok



Fe-C

4

# A továbbiakban

- ◆ A megadott karbontartalom **tömeg %-ot** jelent.
- ◆ Eltekintünk a **peritektikus** sarok felrajzolásától.
- ◆ Az ábra többi részét fel kell tudni rajzolni a jellemző hőmérséklet és koncentráció adatokkal együtt.

# Elnevezések

- ◆ **Hipoeutektoidos** ötvözet ....  $0,0 < C < 0,8 \%$   
**Hipereutektoidos** ötvözet ...  $0,8 < C < 2,1 \%$
- ◆ **Hipoeutektikus** ötvözet .....  $2,1 < C < 4,3 \%$   
**Hipereutektikus** ötvözet .....  $4,3 < C < 6,7 \%$
- ◆ A **2,1 %-nál kisebb** karbontartalmú ötvözeteket **acéloknak**, az ennél nagyobb karbontartalmúakat pedig **öntöttvasaknak** is fogjuk nevezni.

# Fázisok a metastabil rendszerben 1.

## ◆ Folyadék (folyékony oldat)

A karbon korlátlanul oldódik a folyékony vasban.

## ◆ Delta ferrit (szilárd oldat) – $\delta$

Tkk rács, az oldás korlátolt (1493°C-on max. 0,1 %)

## ◆ Ausztenit (szilárd oldat) – $\gamma$

Lkk rács, az oldás korlátolt (1147°C-on max. 2,1 %)

## ◆ Ferrit (szilárd oldat) – $\alpha$

Tkk rács, az oldás korlátolt (727°C-on max. 0,02 %)

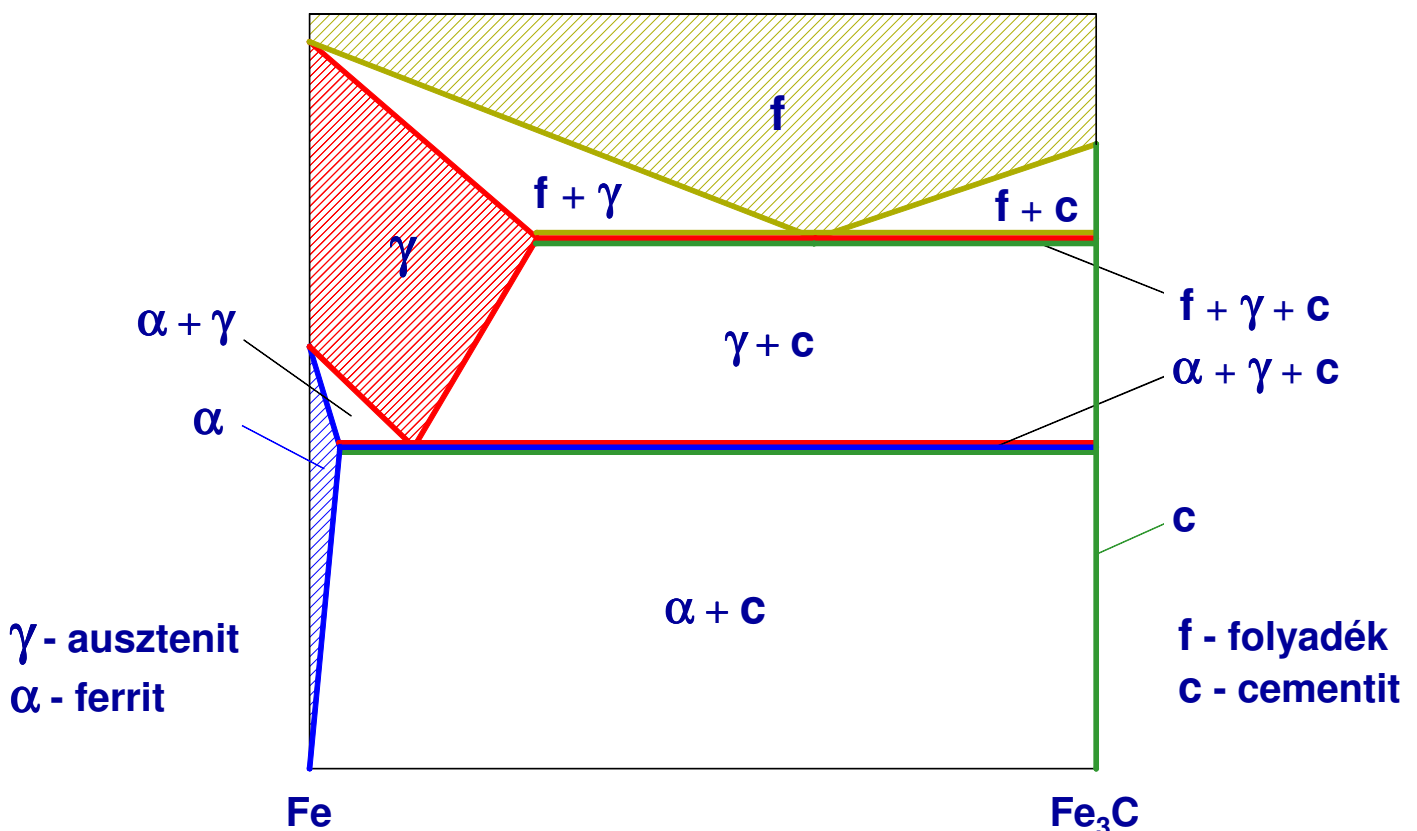
## ◆ Cementit / vaskarbid (fémes vegyület) – $\text{Fe}_3\text{C}$

A Fe és C atomok aránya a rácsban 3 az 1-hez (6,7 % C).

Fe-C

7

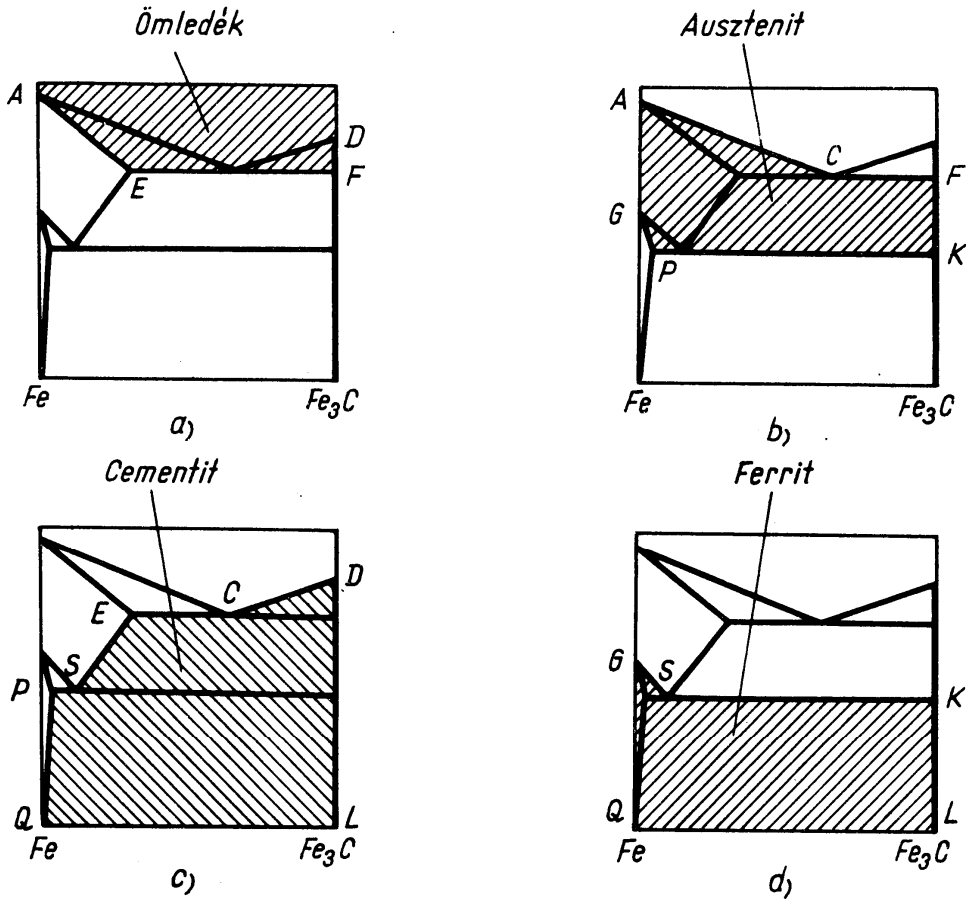
# Fázisok a metastabil rendszerben 2.



Fe-C

8

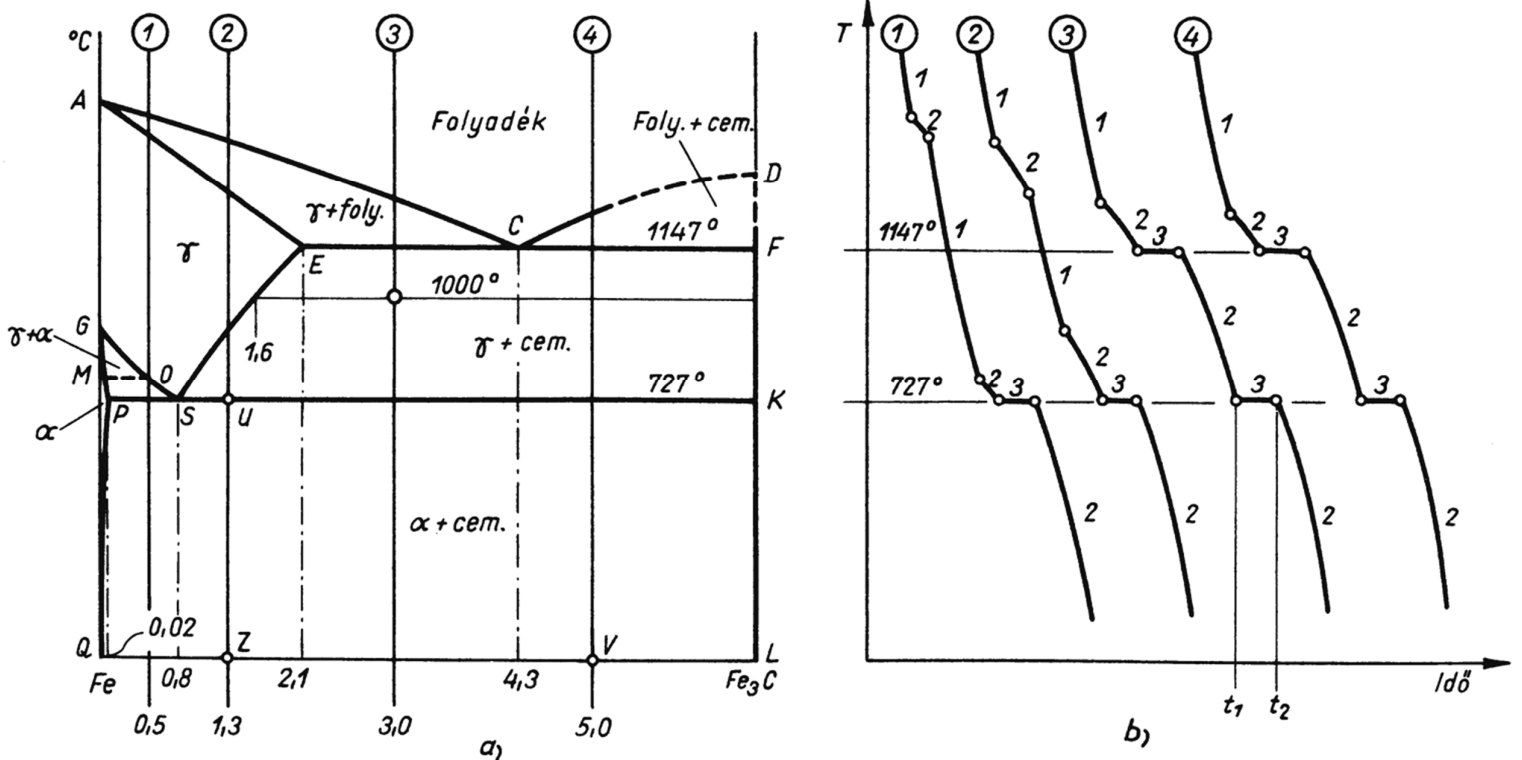
# Fázisok előfordulási tartományai



Fe-C

9

# Tipikus lehűlési görbék



Fe-C

10

# Szövetelemek a metastabil rendszerben

## ◆ Homogén szövetelemek

- delta ferrit –  $\delta$  (szilárd oldat)
- ausztenit –  $\gamma$  (szilárd oldat)
- ferrit –  $\alpha$  (szilárd oldat)
- primer (I.) cementit –  $\text{Fe}_3\text{C}$  (folyadékból válik ki)
- szekunder (II.) cementit –  $\text{Fe}_3\text{C}$  (ausztenitből válik ki)
- terciér (III.) cementit –  $\text{Fe}_3\text{C}$  (ferritből válik ki)

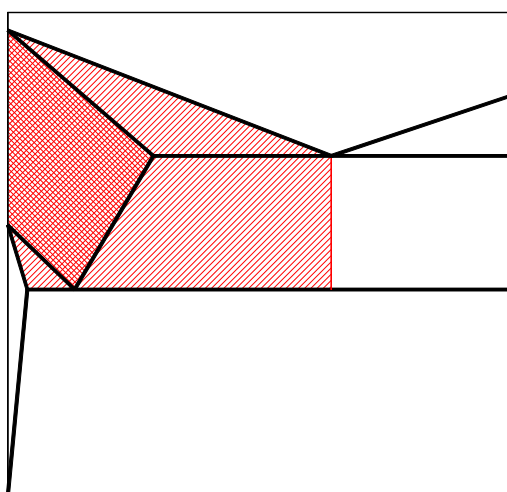
## ◆ Heterogén szövetelemek

- ledeburit (eutektikum) – telített folyadékból alakul ki
- perlit (eutektoid) – telített ausztenitből alakul ki

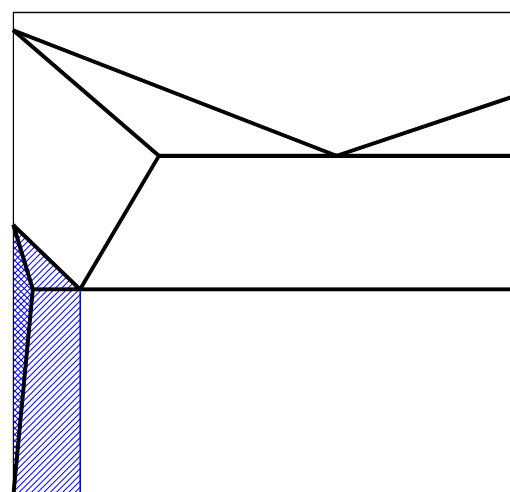
Fe-C

11

## Homogén szövetelemek előfordulási tartományai 1.



**ausztenit**

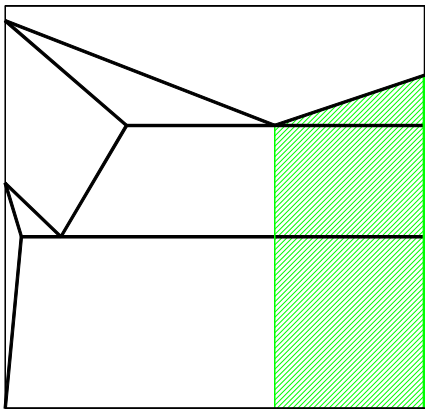


**ferrit**

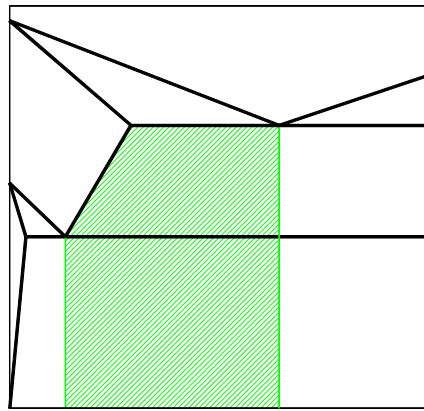
Fe-C

12

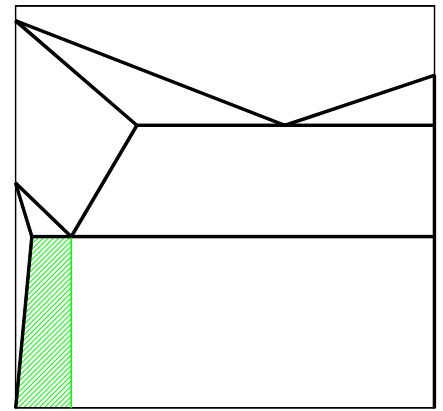
## Homogén szövetelemek előfordulási tartományai 2.



primer cementit



szekunder cementit

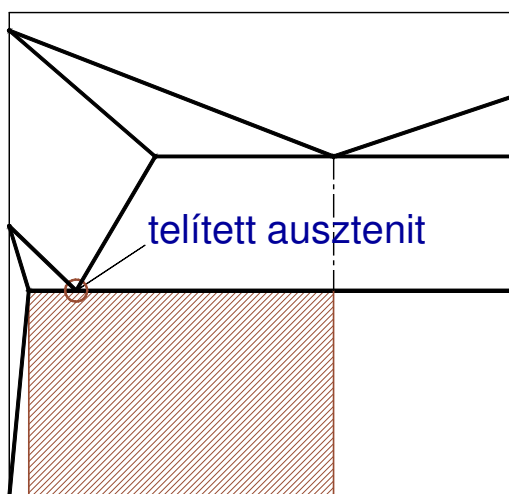


tercier cementit

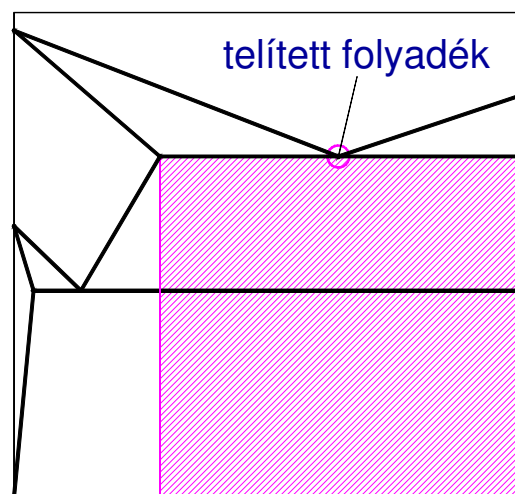
Fe-C

13

## Heterogén szövetelemek előfordulási tartományai



perlit



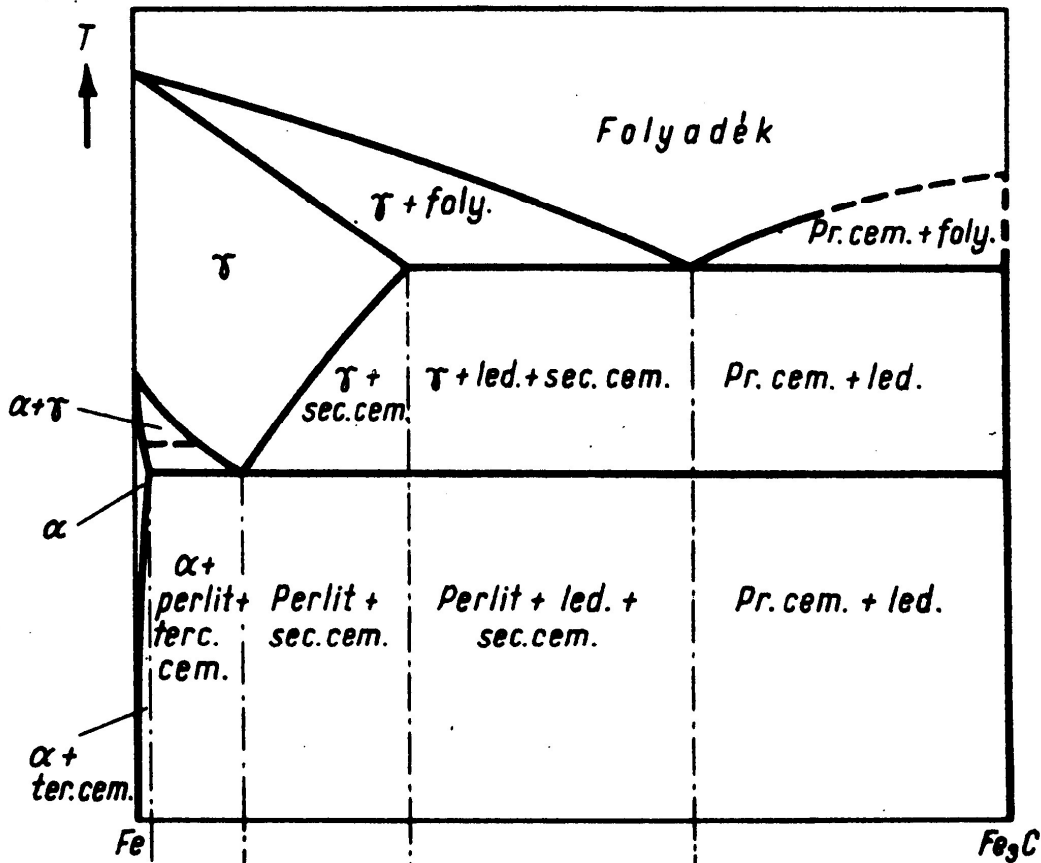
ledeburit

Fe-C

14



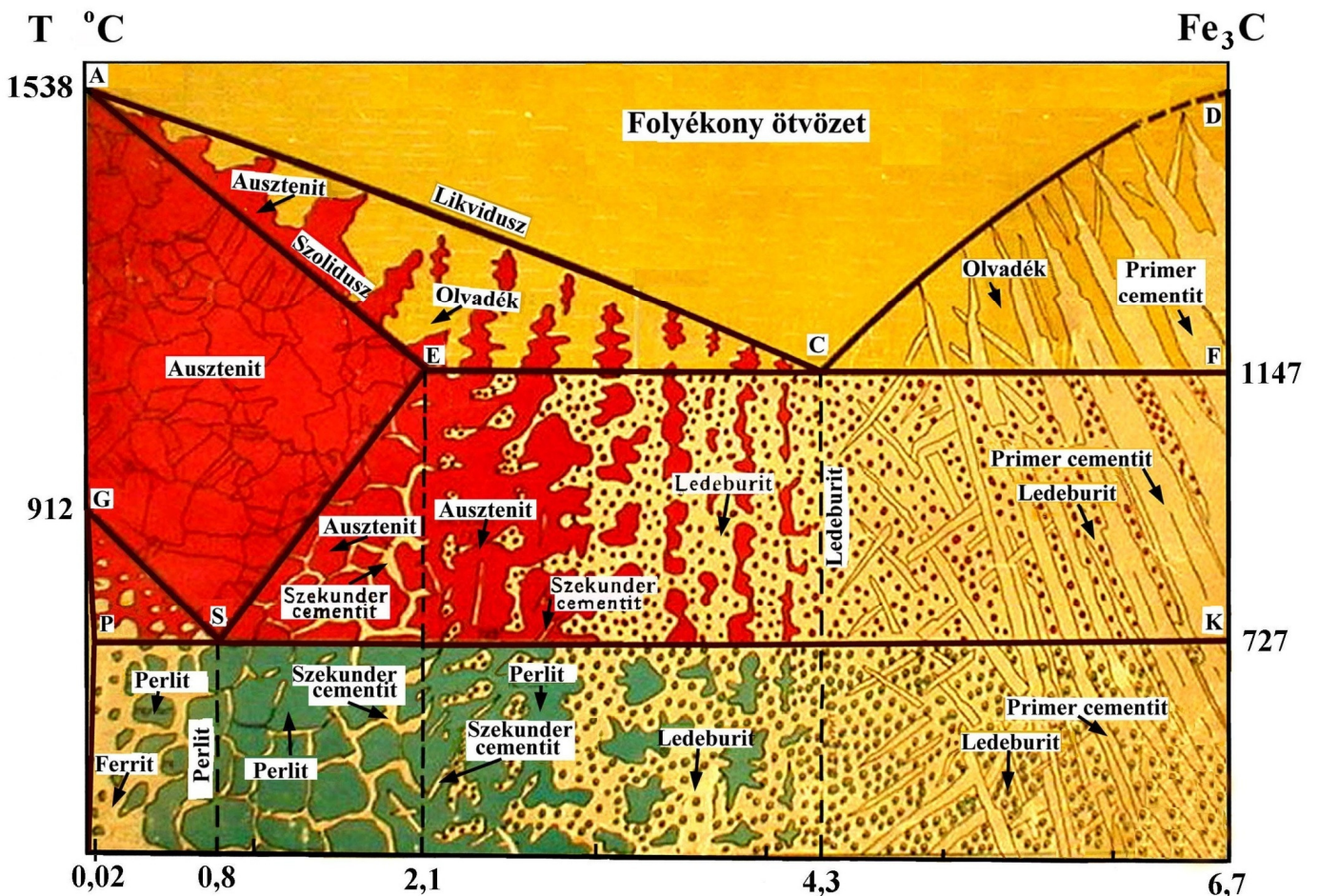
# Szövetelemek előfordulási tartományai 1.



Fe-C

15

# Szövetelemek előfordulási tartományai 2.

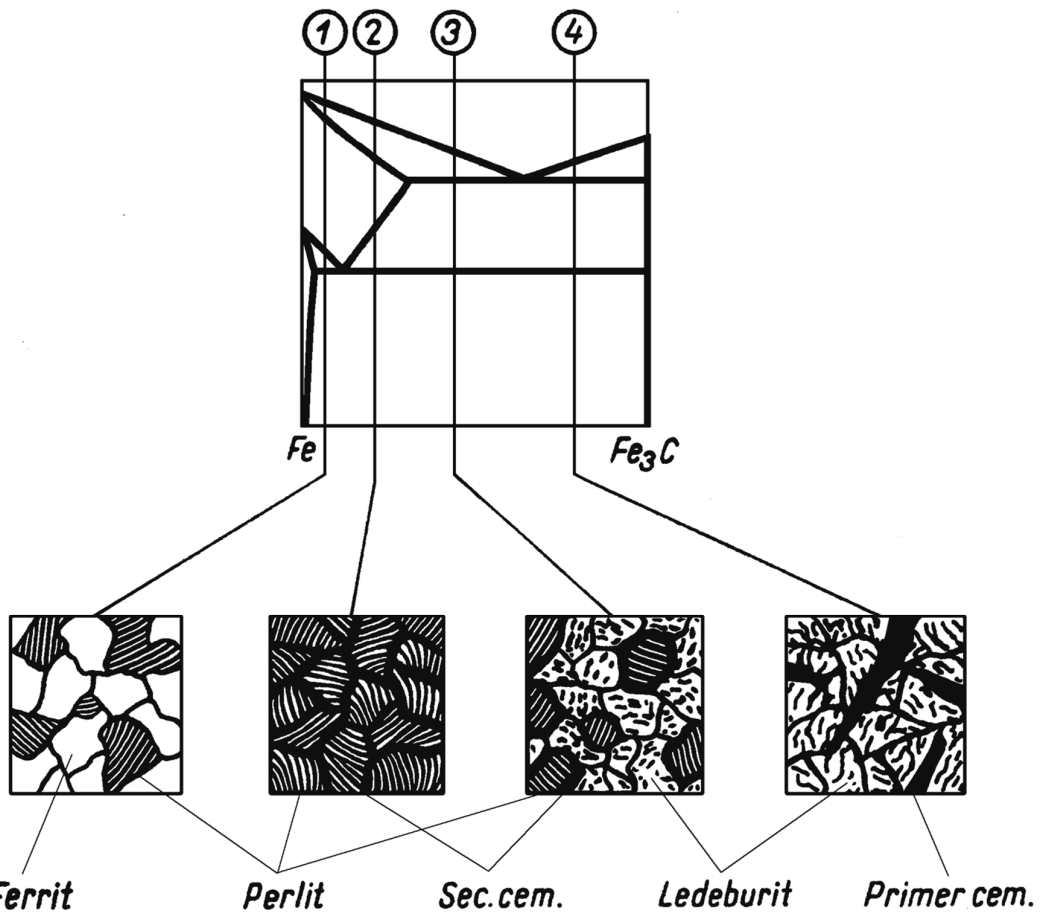


Fe-C

16



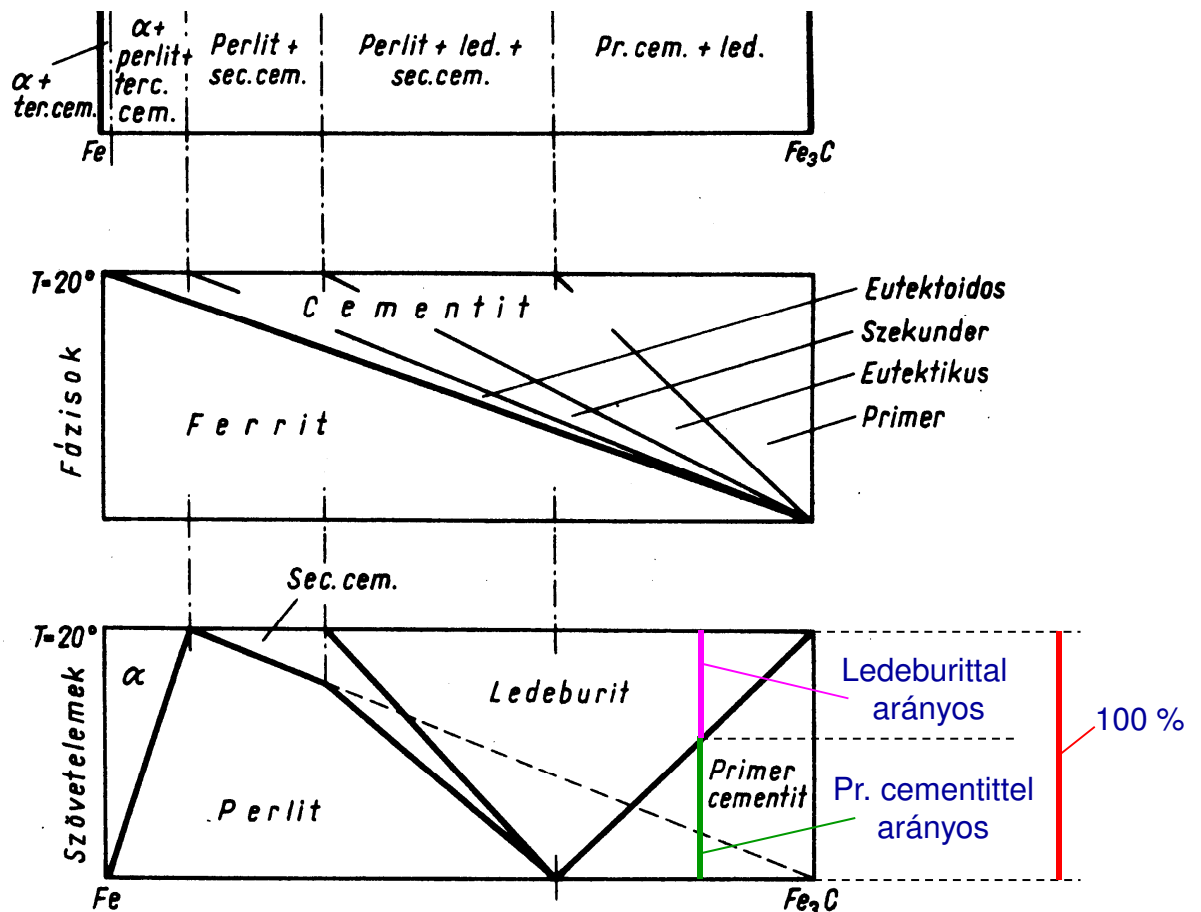
# Tipikus vázlatos szövetképek 20°C-ra



Fe-C

17

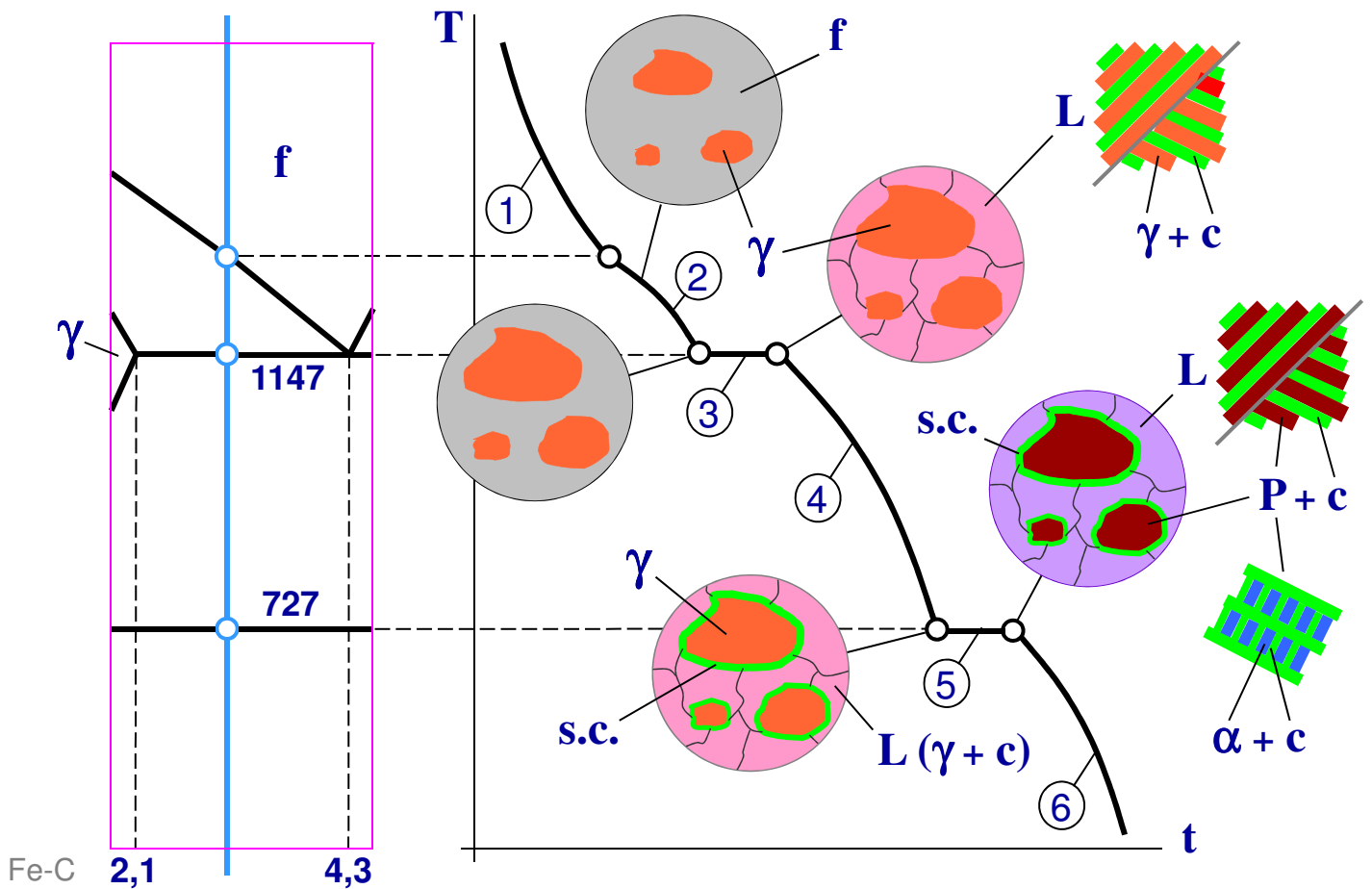
# Fázis és szövetdiagram 20°C-ra



Fe-C

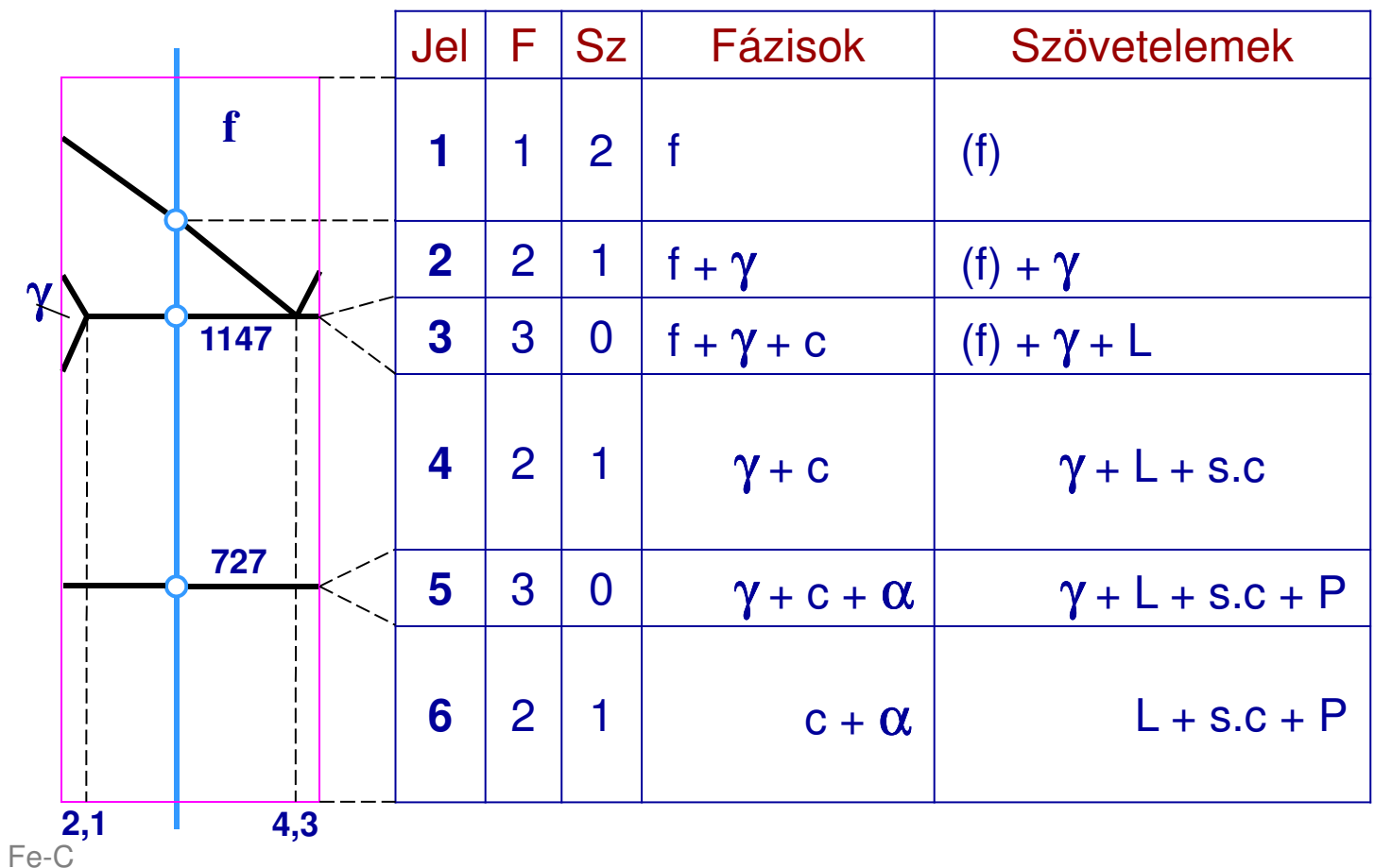
18

## 3 %-os ötvözet lehűlése 1.



19

## 3 %-os ötvözet lehűlése 2.



20

## 4. feladat (közösen)

Határozzuk meg a 3 % kARBONT tartalmazó ötvözetben szobahőmérsékletre a fázisok százalékos mennyiségét (10. kocka).

Fe-C

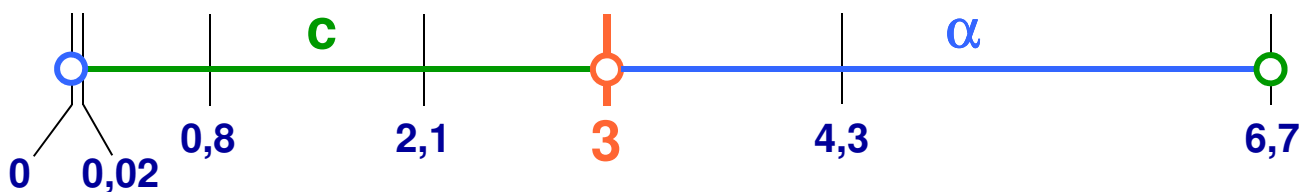
21

### 4. feladat

20°C-on az egyensúlyt tartó fázisok:

ferrit ( $\alpha$ ) . . . . . C = kb. 0 %

cementit (c) . . . C = 6,7 %



$$\alpha = (6,7 - 3) / (6,7 - 0) = 0,552 \longrightarrow 55,2 \%$$

$$c = (3 - 0) / (6,7 - 0) = 0,448 \longrightarrow 44,8 \%$$

Fe-C

22

## 5. feladat

Határozza meg a 3 % korbont tartalmazó ötvözetben 1000°C-ra (10. kocka) a fázisok százalékos mennyiségét. Az ausztenit ezen a hőfokon 1,6 % korbont tartalmaz.

Fe-C

23

### 5. feladat

1000°C-on az egyensúlyt tartó fázisok (9. kocka):

ausztenit ( $\gamma$ ) . . . C = 1,6 %

cementit (c) . . . C = 6,7 %



$$\gamma = (6,7 - 3) / (6,7 - 1,6) = 0,725 \longrightarrow 72,5 \%$$

$$c = (3 - 1,6) / (6,7 - 1,6) = 0,275 \longrightarrow 27,5 \%$$

Fe-C

24

## 6. feladat

Határozza meg a 3 % korbont tartalmazó ötvözetben  $727 + \Delta T$  °C-ra (ahol  $\Delta T \rightarrow 0$ ) a fázisok százalékos mennyiségét.

Fe-C

25

### 6. feladat

$727 + \Delta T$  °C-on az egyensúlyt tartó fázisok (9. kocka):

ausztenit ( $\gamma$ ) . . . C = 0,8 %

cementit (c) . . . C = 6,7 %



$$\gamma = (6,7 - 3) / (6,7 - 0,8) = 0,627 \rightarrow 62,7 \%$$

$$c = (3 - 0,8) / (6,7 - 0,8) = 0,373 \rightarrow 37,3 \%$$

Fe-C

26

## 9. feladat

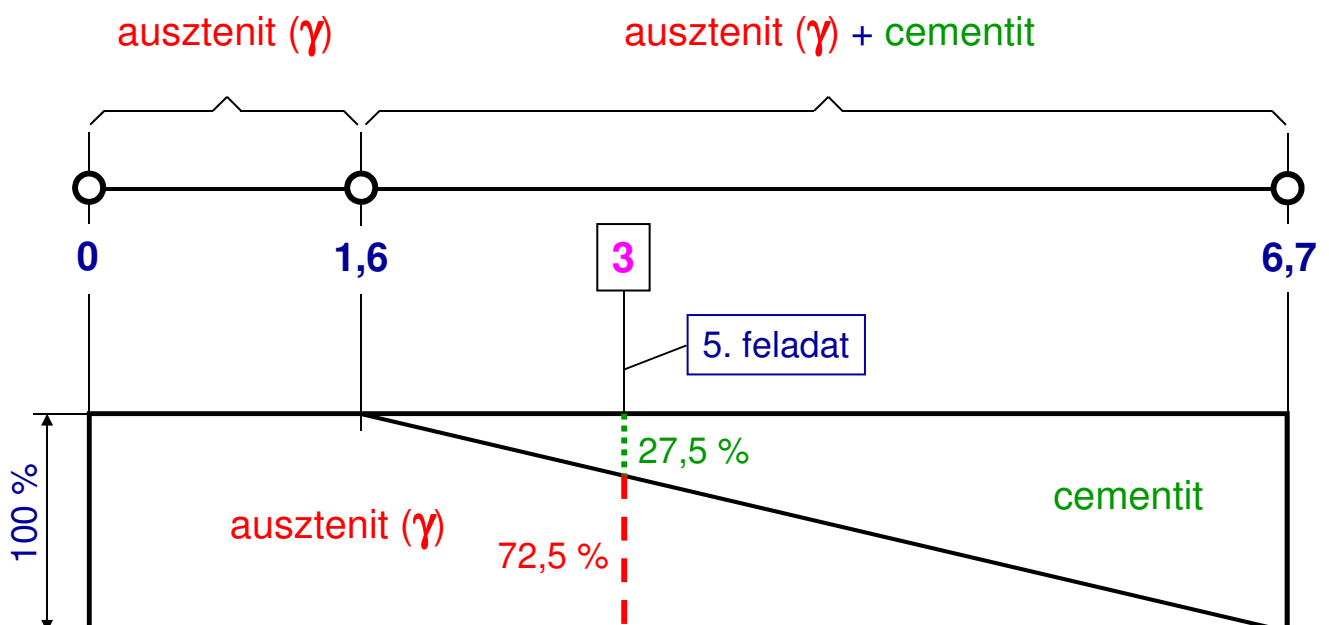
Rajzolja meg 1000°C hőmérsékletre a fázisarány ábrát.

Fe-C

27

### 9. feladat

A fázisok 1000°C-on (9. kocka):



Fe-C

28

# 12. feladat

Rajzolja meg 1000°C hőmérsékletre a szabadenergia görbéket.

## 12. feladat

A fázisok 1000°C-on: 0 - 1,6 % C . . . . ausztenit ( $\gamma$ )  
1,6 – 6,7 % C . . ausztenit ( $\gamma$ ) + cementit

