

STIINTA SI INGINERIA MATERIALELOR

CURS 5

DIAGRAME BINARE DE ECHILIBRU

DIAGRAMA FE-C.

CRISTALIZAREA ALIAJELOR IN SISTEMUL Fe – Fe₃C.

Diagrama cu solubilitata limitata si formare de eutectic

Exista o solubilitate limitata

B in A (c %) solutia solida α

A B (d %) solutia solida β

α , β – solutii solide marginale

Eutecticul : $L_E \xrightarrow{t_E} (\alpha + \beta) = E$

Diagrama cu solubilitata limitata si formare de eutectic

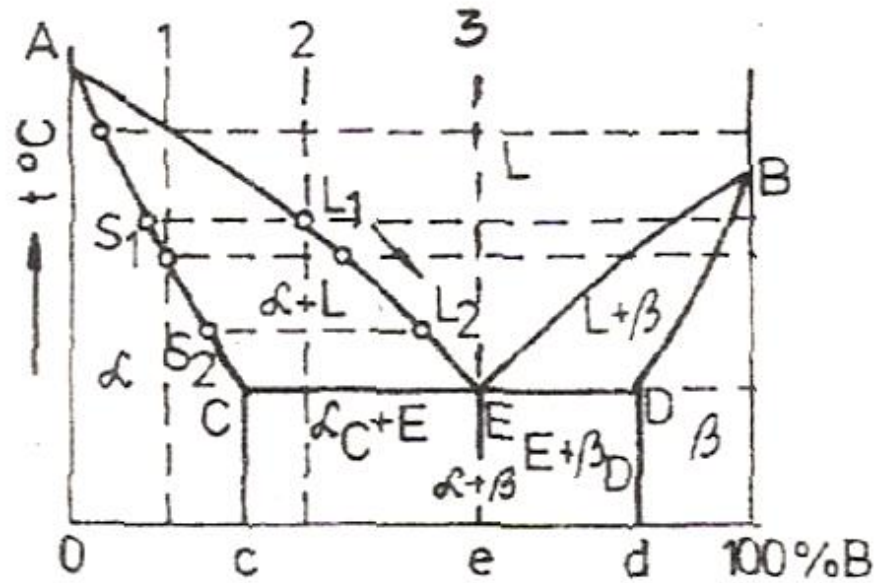


Diagrama cu solubilitata limitata si variabila

si formare de eutectic

- Exista o solubilitate limitata $A(B) = \alpha$ si $B(A) = \beta$
- Solubilitatea scade cu temperatura
(cazul cel mai frecvent)
→ separare secundara de β'' in jurul grauntilor α si de α'' in jurul grauntilor β ; separarile formeaza o retea
- Solutiile solide ating saturatia (concentratia maxima) la temperatura eutectica: α_c , β_D

Diagrama cu solubilitata limitata si variabila si formare de eutectic

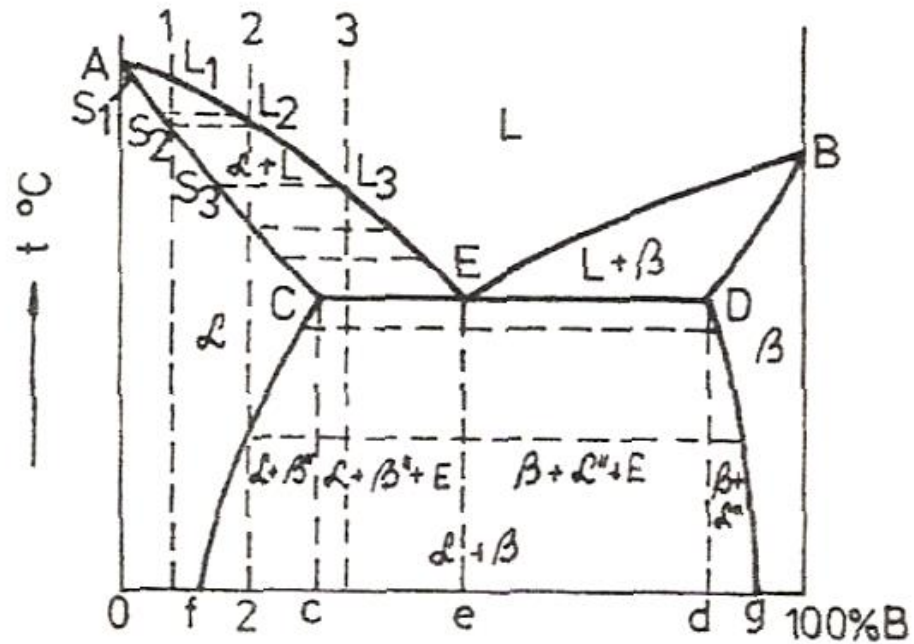
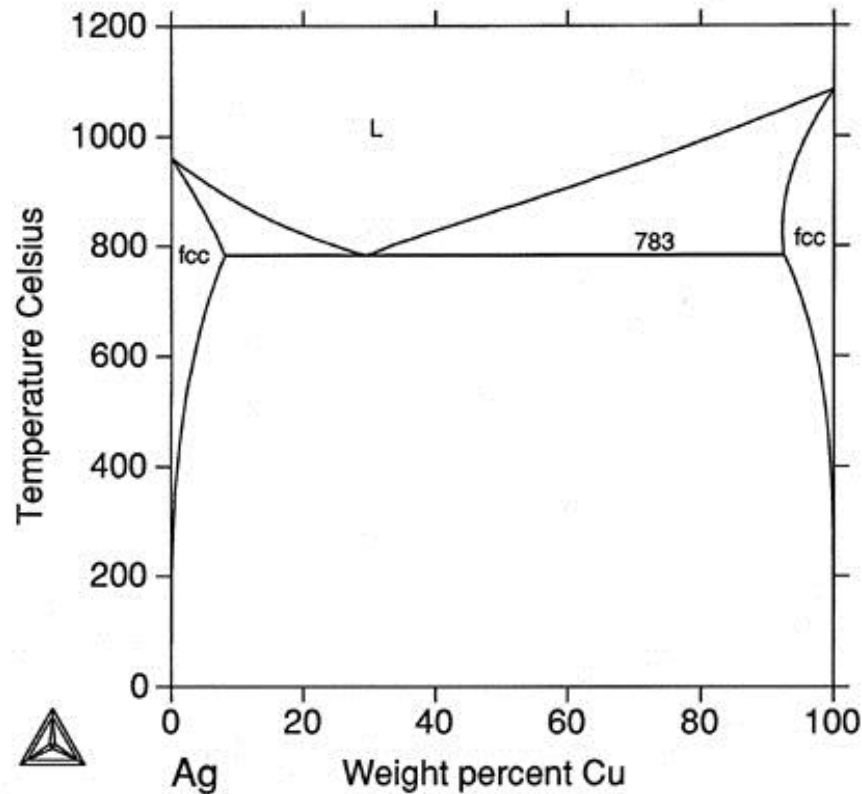


Diagrama cu solubilitata limitata si variabila si formare de eutectic

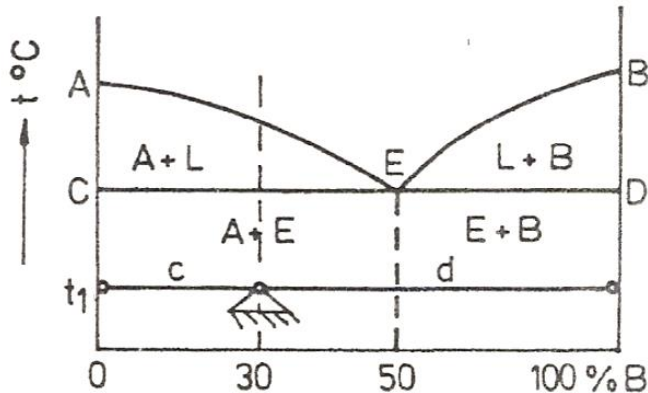


Ag-Cu Crystal Structure Data

Phase	Pearson Symbol	Struktur Bericht	Prototype	Model
fcc	cF4	A1	Cu	RK

REGULA PARGHIEI

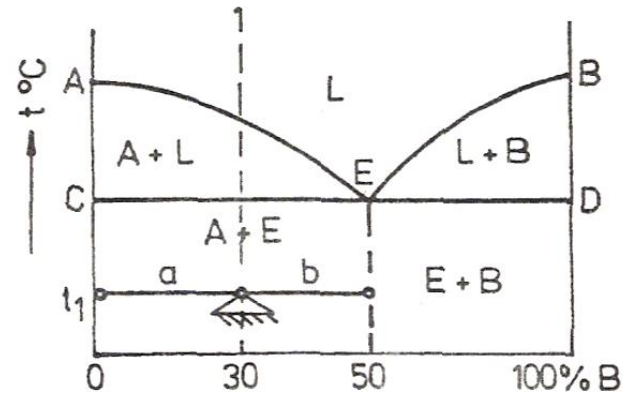
Regula parghiei: Se traseaza segmentul de izoterma intre concentratiile fazelor / constituentilor structurali si se considera punctul de echilibru in concentratia aliajului. Cantitatea procentuala a unei faze / constituent structural este egala cu raportul dintre segmentul de izoterma opus concentratiei si segmentul total.



*Diagrama cu insolubilitate totala;
aplicarea regulii parghiei pentru faze*

$$A_{faza} = \frac{d}{c + d} \times 100[\%]$$

$$B_{faza} = \frac{c}{c + d} \times 100[\%]$$



*Diagrama cu insolubilitate totala;
aplicarea regulii parghiei pentru
constituentii structurali*

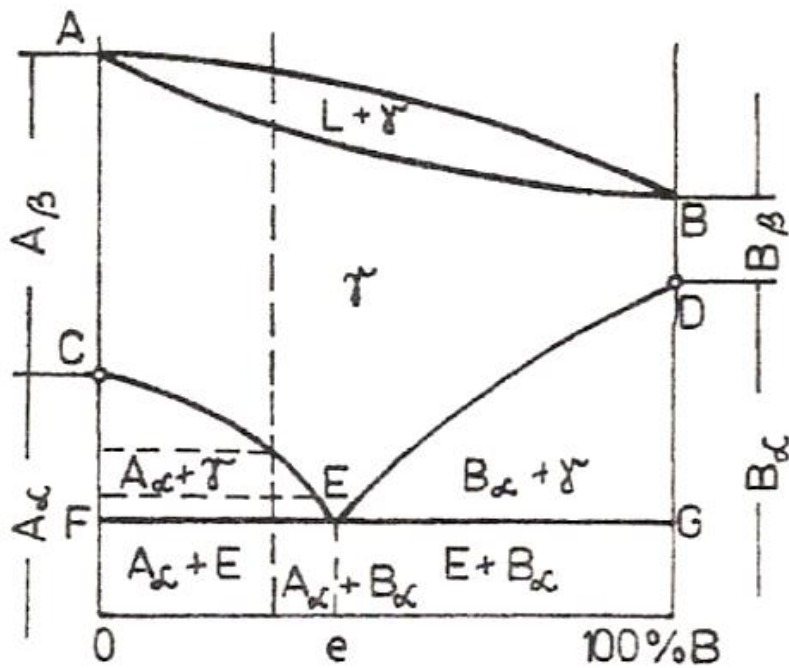
$$A_{const.struct.} = \frac{b}{a + b} \times 100[\%]$$

$$E = \frac{a}{a + b} \times 100[\%]$$

Diagrame cu transformari alotropice ale componentilor

Diagrame cu eutectoid

- **Eutectoid:** Amestec mecanic rezultat prin descompunerea izoterma a unei solutii solide de concentratie determinata



Intre A β si B β : solubilitate totala
– solutia solida γ;

Intre Aα si Bα: insolubilitate totala

Eutectoid:



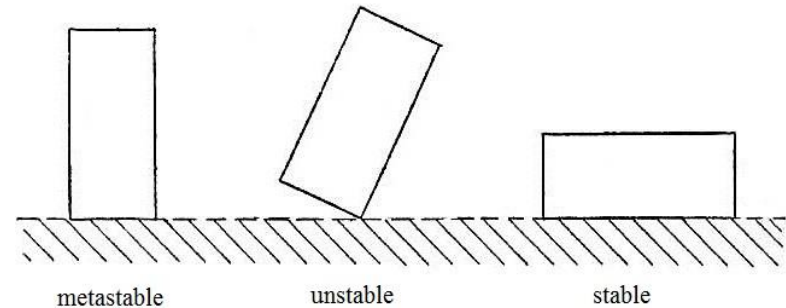
DIAGRAMA Fe-C

- **Punctele critice ale fierului** – 2 transformari alotropice + temperatura Curie
- **$T_s = 1539^\circ\text{C}$** \rightarrow Fe α
- **$A_4 = 1394^\circ\text{C}$** – transformarea alotropica ;
- **$A_3 = 912^\circ\text{C}$** – transformarea alotropica ;
- [**$A_2 = 770^\circ\text{C}$** (temperatura Curie)]

DIAGRAMA Fe-C

Sistemul stabil: Fe – grafit

Sistemul metastabil: Fe – Fe₃C (cementita)



Faze si constituinti structurali

1. Faze

Ferita

solutie solida Fe α (C) – c.v.c.

(~80 – 90 HB, Rm \approx 250 – 300 MPa, A \approx 25 – 40 %);

Austenita

solutie solida Fe γ (C) – c.f.c.

(ductilitate mare)

in aliajele binare nu apare la temperatura ambianta;

Cementita

compus chimic cu formula Fe₃C

6.67% C

duritate mare (>700 HB), fragilitate;

DIAGRAMA Fe-C

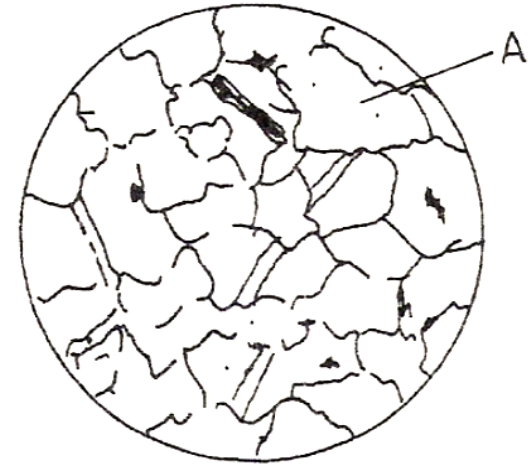
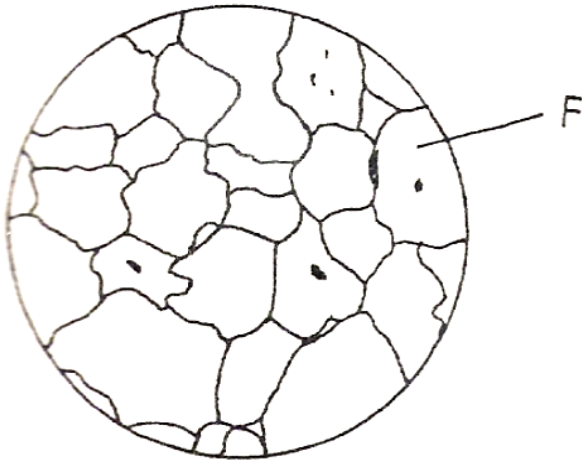
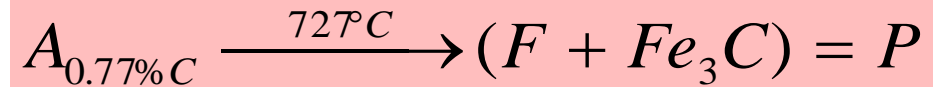


DIAGRAMA Fe-C

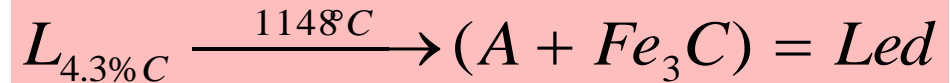
2. Constituenti eterogeni

Perlita **eutectoid**



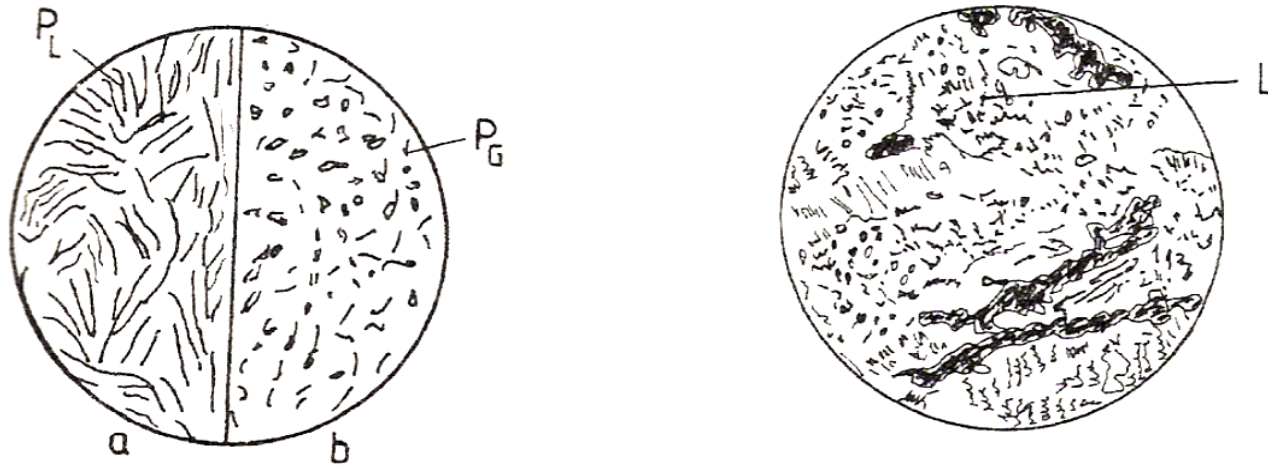
(200 – 220 HB, $R_m \approx 750 - 800$ MPa, $A \approx 10 - 12$ %)
la echilibru, lamele de cementita pe fond de ferita;

Ledeburita **eutectic**



dura si fragila
constituent tipic in fontele albe;

DIAGRAMA Fe-C



P_L – perlita lamelara (echilibru)

P_G – perlita globulara (prin tratament ulterior)

L – ledeburita (temperatura ambianta)

DIAGRAMA Fe-C

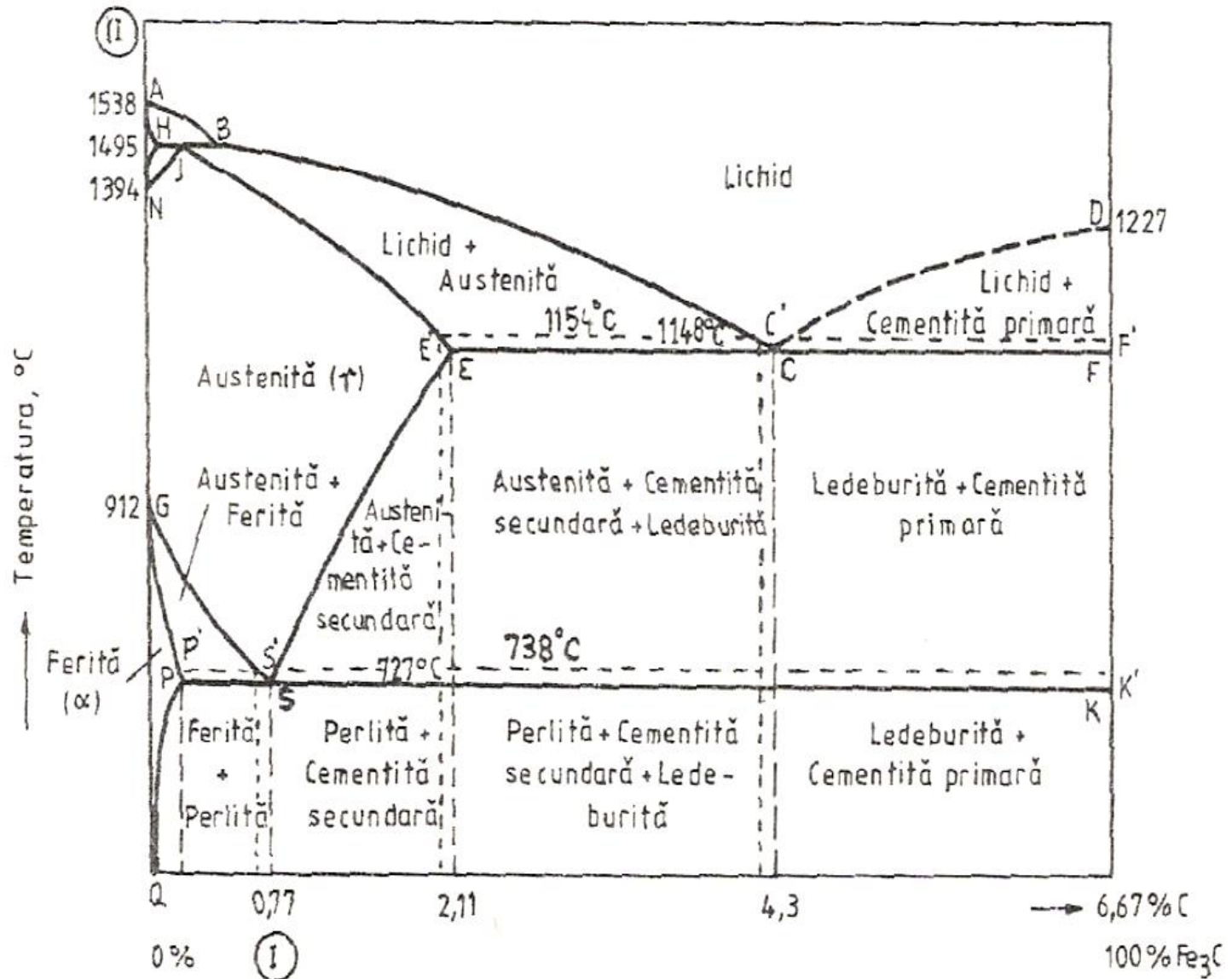


DIAGRAMA Fe-C

Oteluri – aliajele de la 0 la 2.11%C

feritice (max.0.05%C)

hipoeutectoide (0.05 – 0.77%C) $F + P$

eutectoide (~0.77%C) P

hipereutectoide (0.77 – 2.11%C) $P + C''$

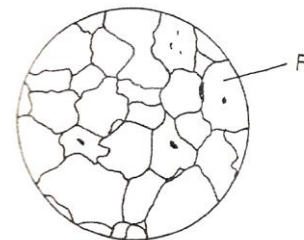
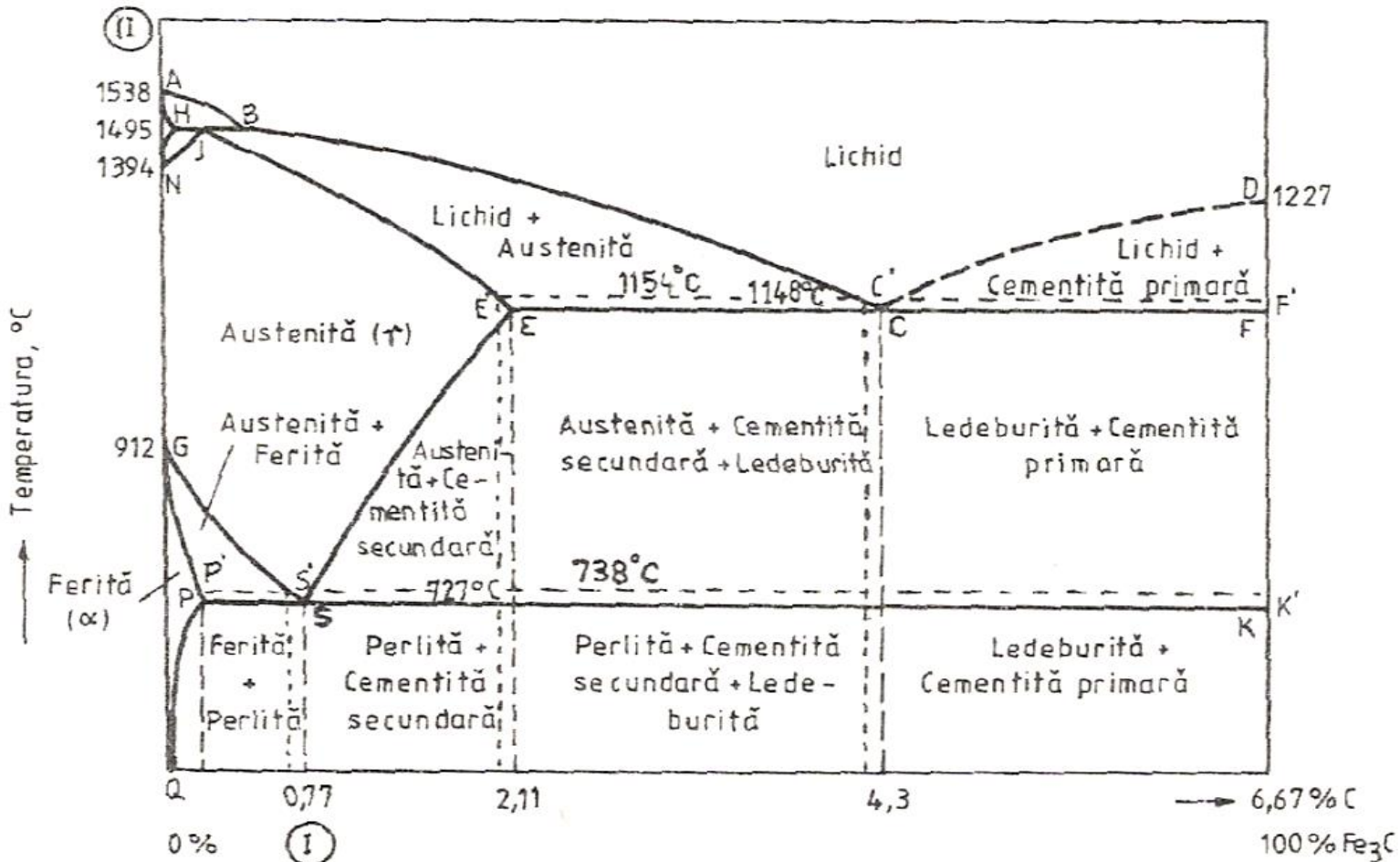
Fonte albe – aliajele de la 2.11 la 6.67%C

hipoeutectice (2.11 – 4.3%C) $P + C'' + Led$

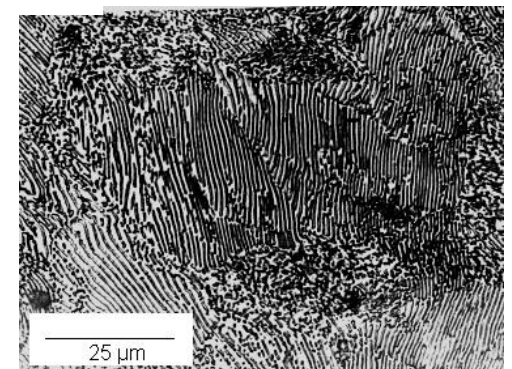
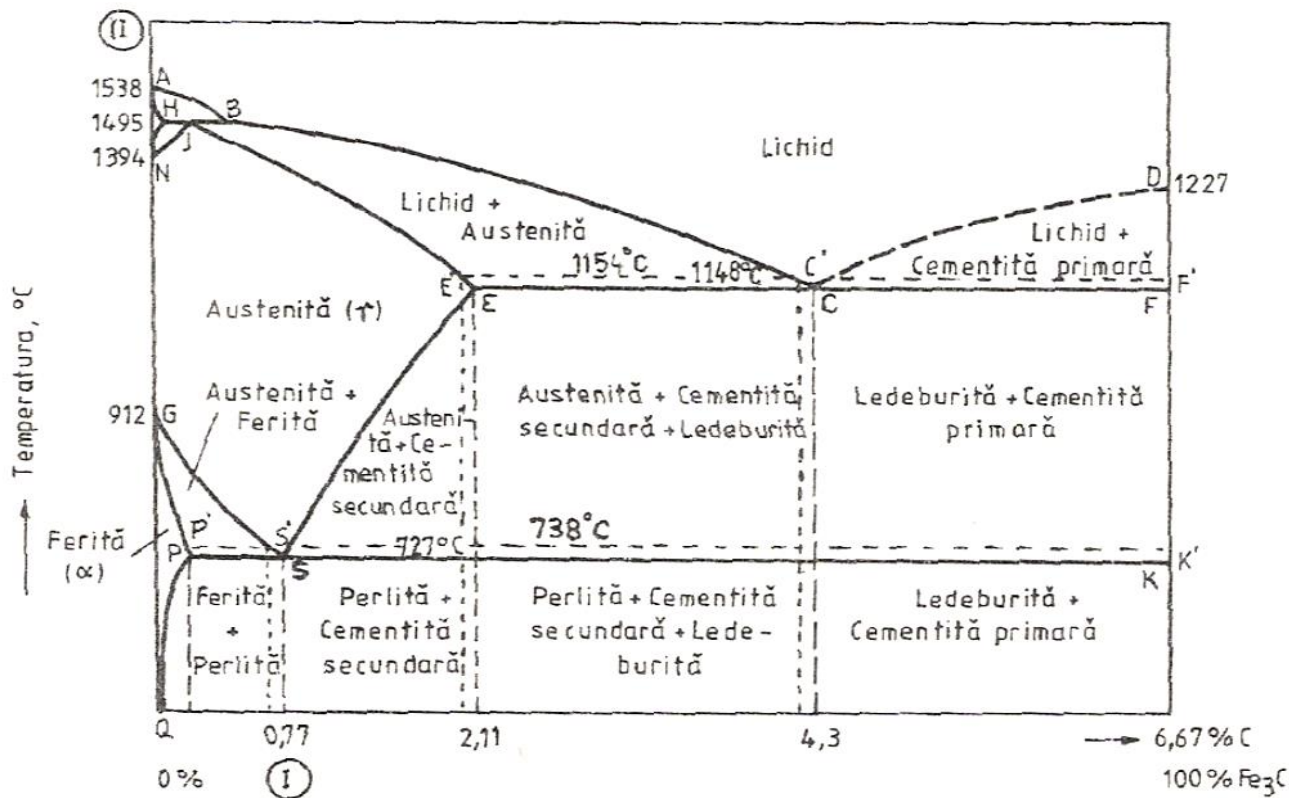
eutectice (~4.3%C) Led

hipereutectice (4.3 – 6.67%C) $Led + C'$

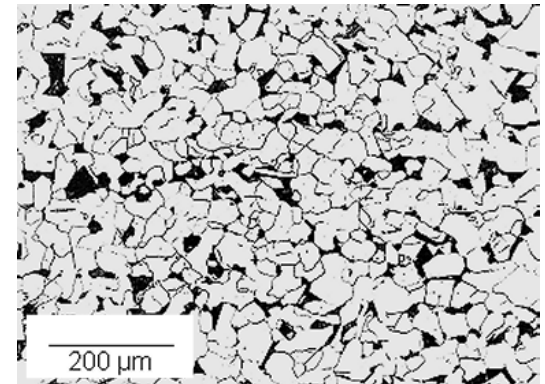
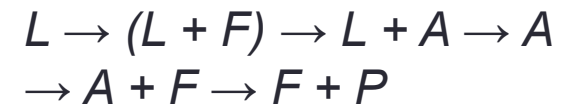
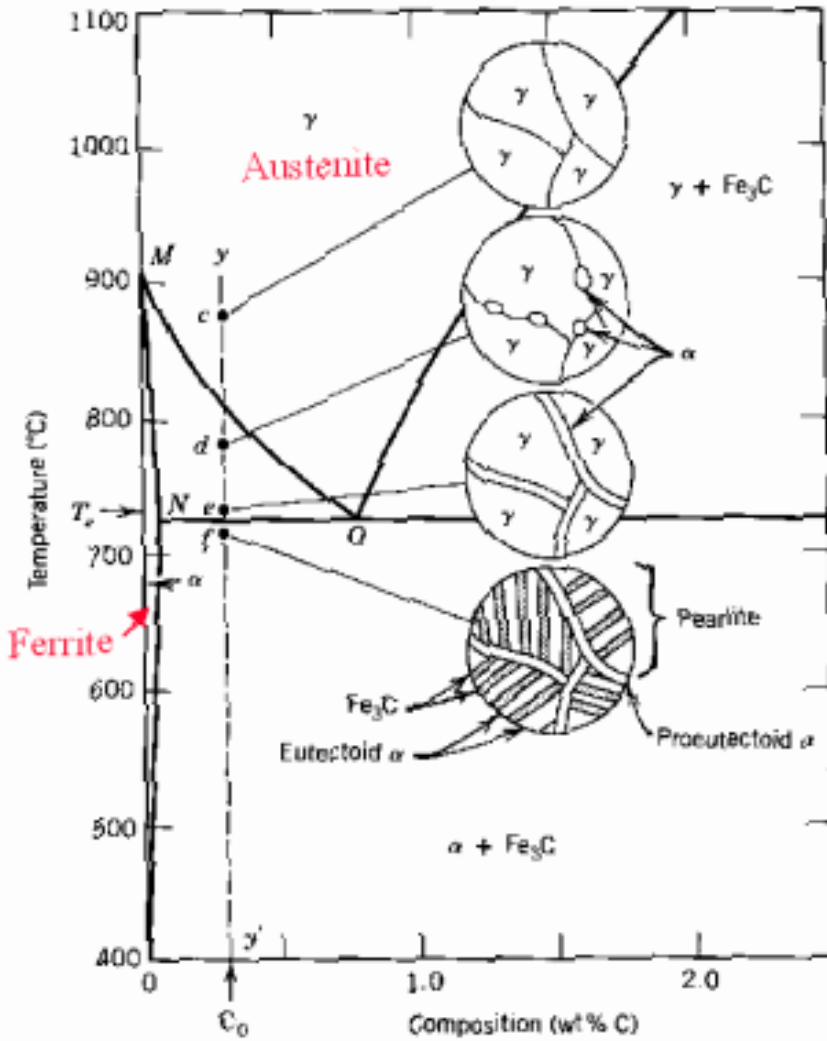
Otel cu 0.01%C (feritic)

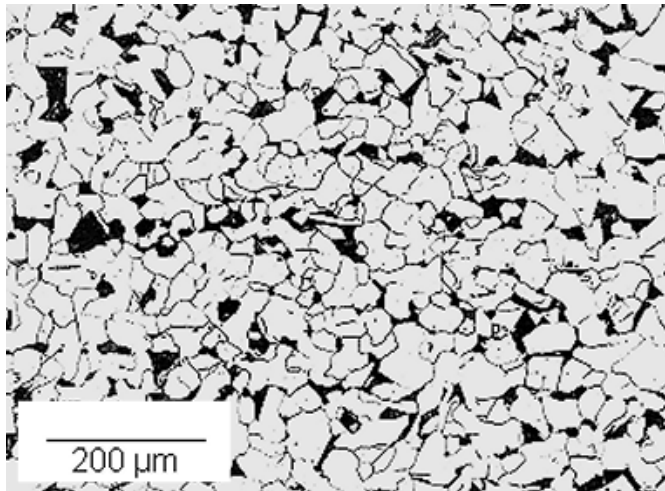


Otel cu 0.77% C (eutectoid)

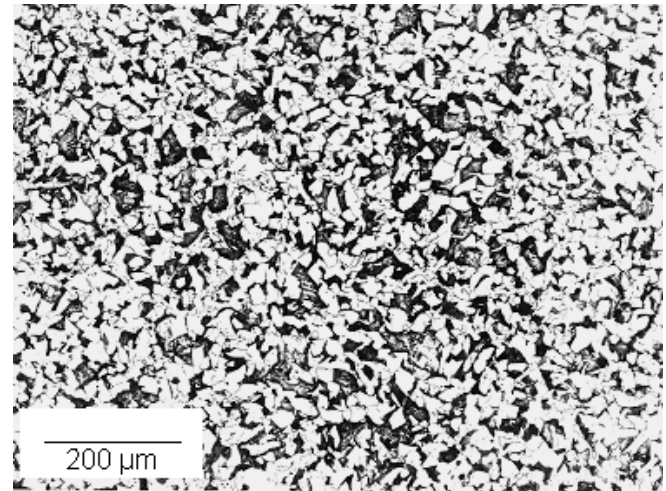


Otel hipoeutectoid (~0.01 – 0.77%C)

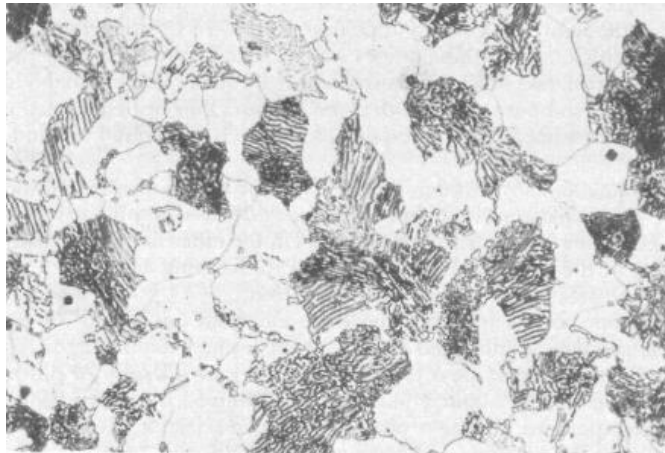




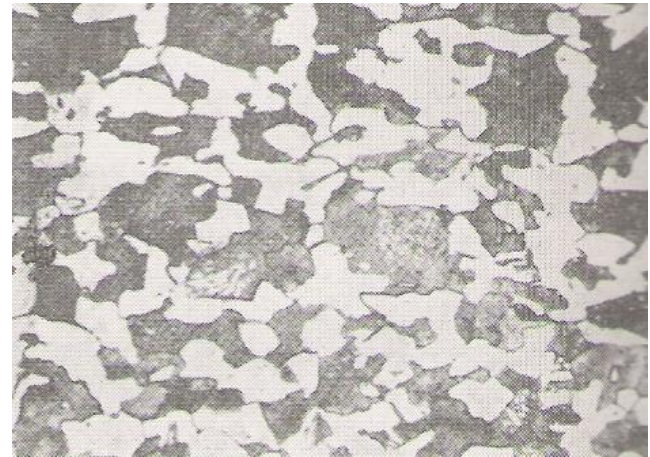
Atac chimic: Nital 3%
Otel cu 0.2%C



Atac chimic: Nital 3%
Otel cu 0.35%C

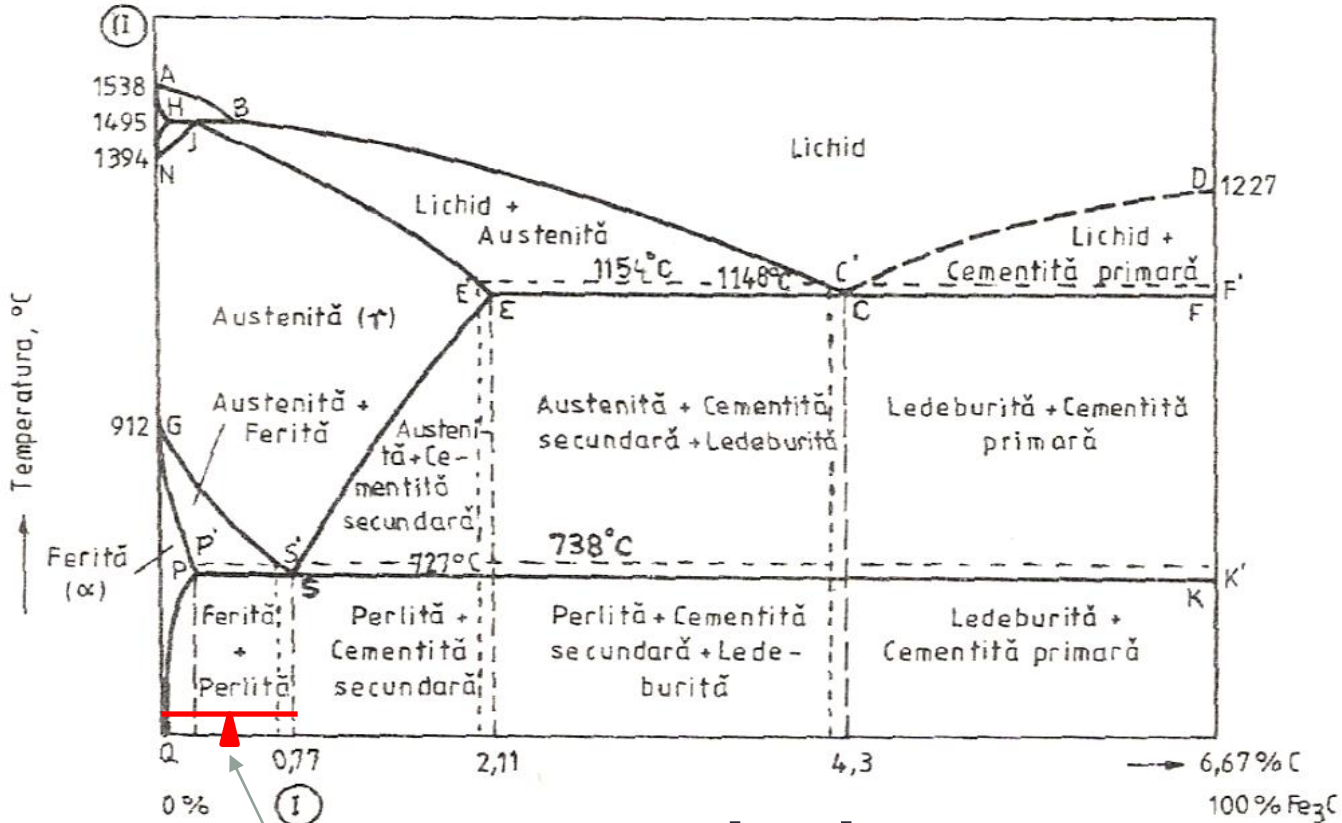


Atac chimic: Nital 3% x635
Otel cu 0.45%C



Atac chimic: Nital 3% x500
Otel cu 0.65%C

Determinarea aproximativa a duritatii si rezistentei pentru un otel hipoeutectoid (0.4%C) in stare de echilibru – Regula parghiei



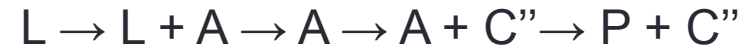
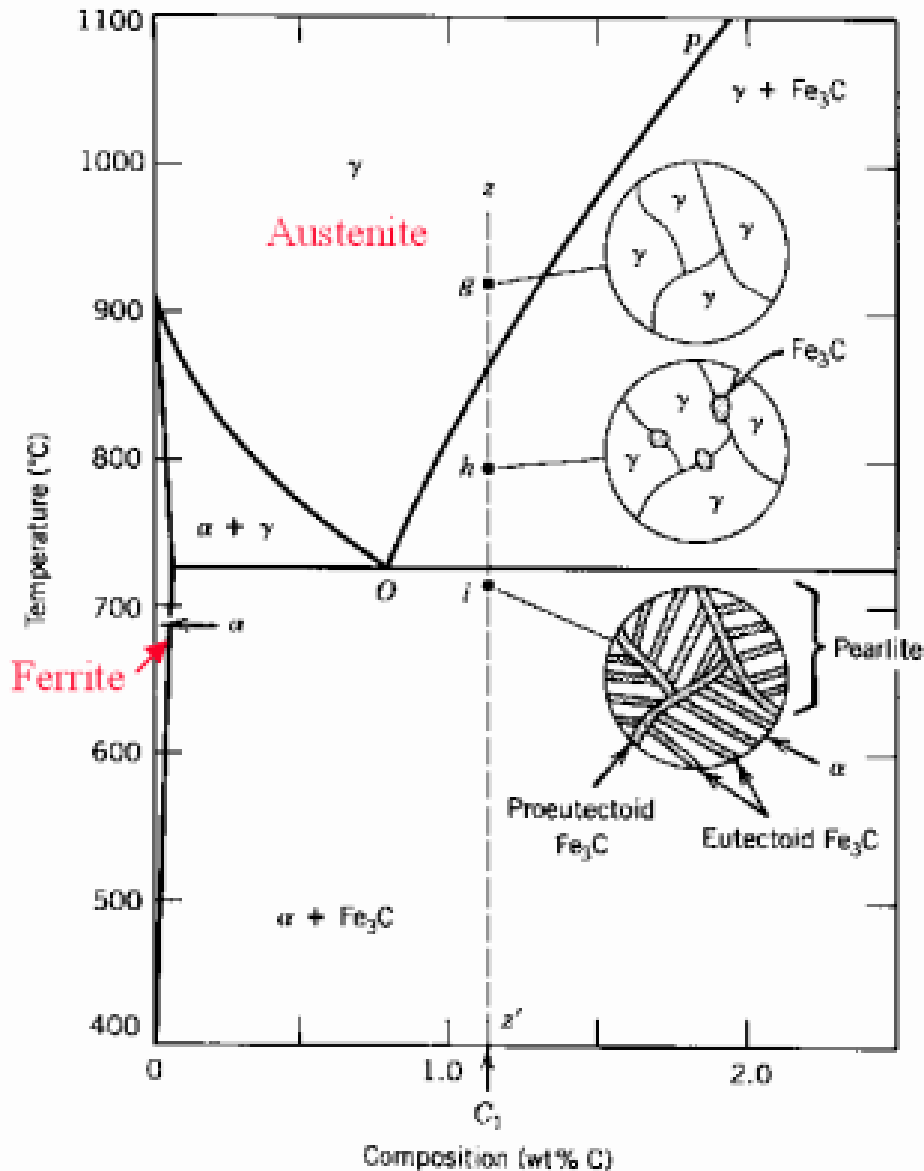
0.4%

$R_m [MPa] \approx 3.5 \times HB$
 (Pentru oteluri hipoeutectoide in stare de echilibru)

$$HB_{otel} = C_{Perlita} \times HB_{Perlita} + C_{Ferita}$$

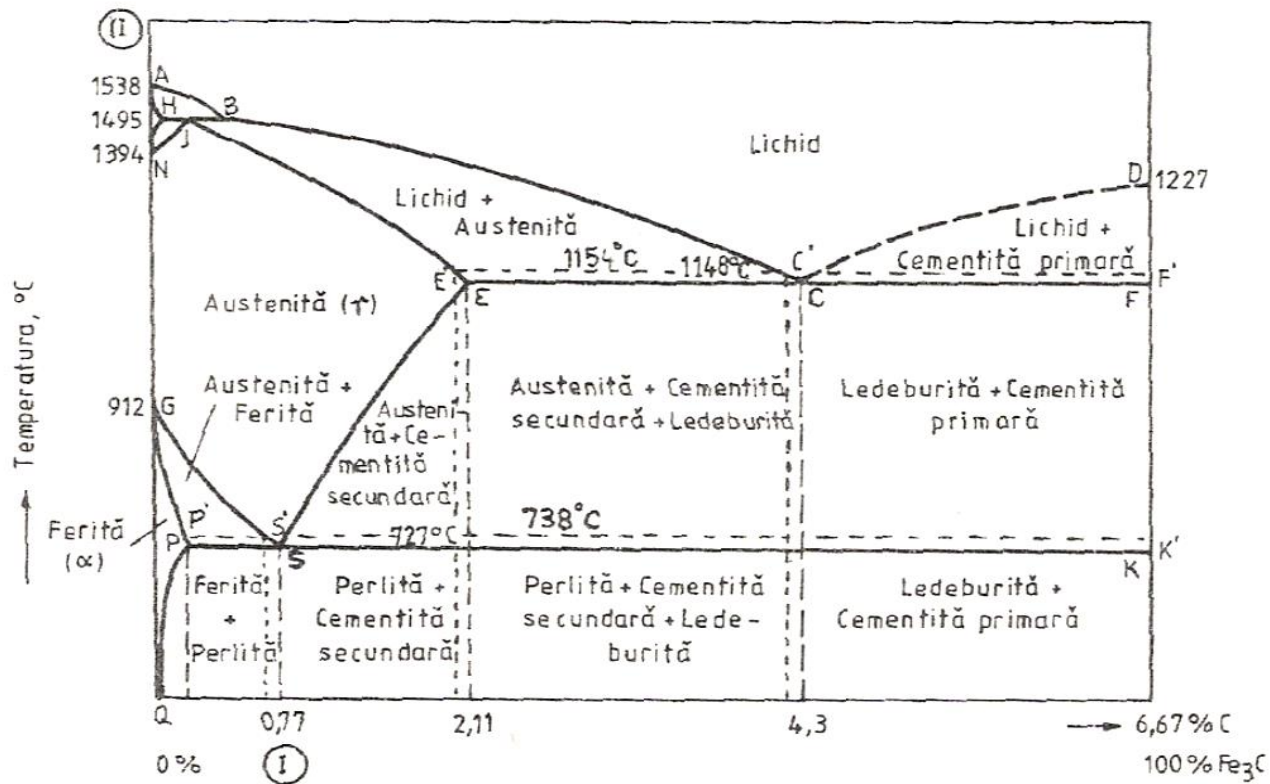
$$C_{Perlita} \approx \frac{0.4}{0.77} = 0.52 \quad C_{Ferita} \approx \frac{0.77 - 0.4}{0.77} = 0.48$$

Otel hipereutectoid (0.77 – 2.11%C)



Atac chimic: Nital 3% x1000
Otel cu 1.4%C

Fonta alba eutectica (4.3%C)

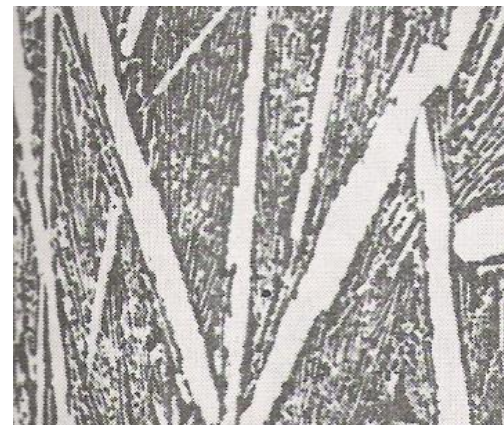
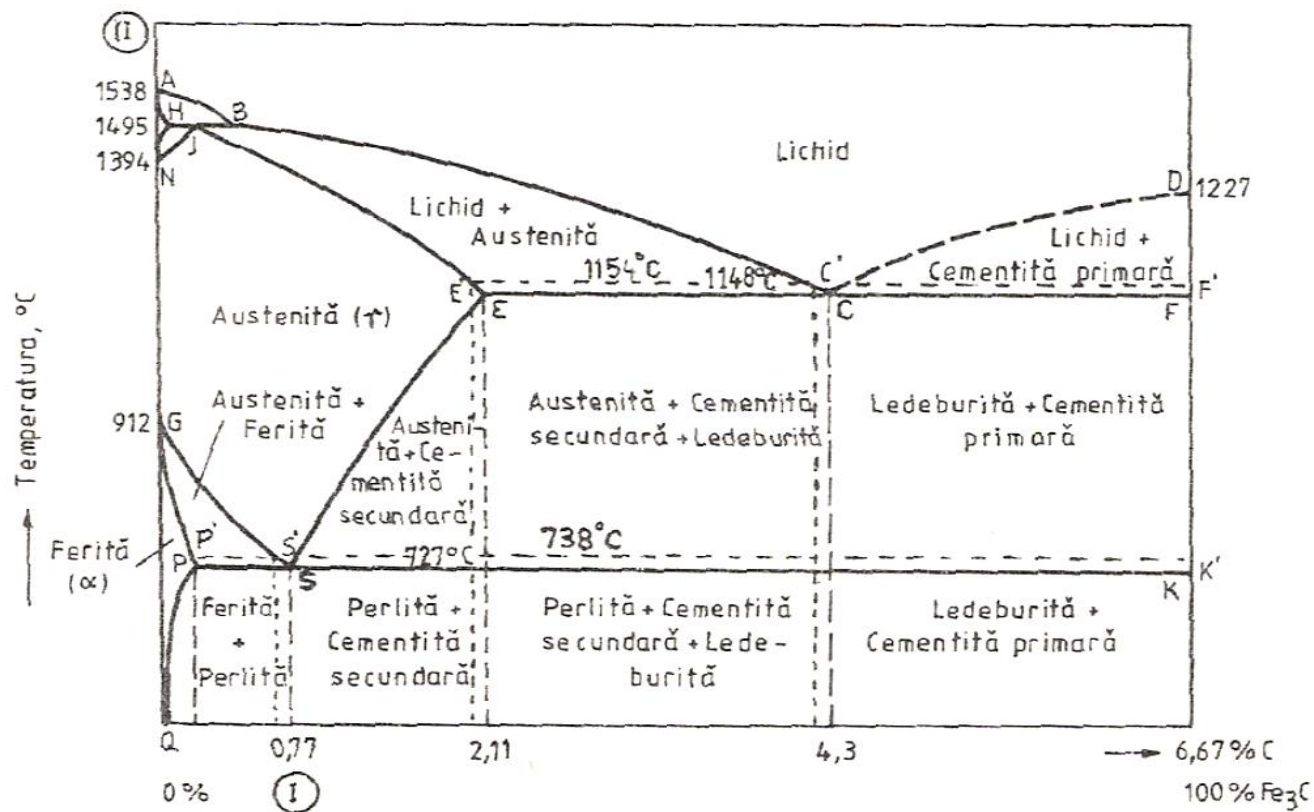


$L \rightarrow (A + C) = Led \quad 1148^{\circ}\text{C}$
 $Led \rightarrow Led.\text{transformata} \quad 727^{\circ}\text{C}$



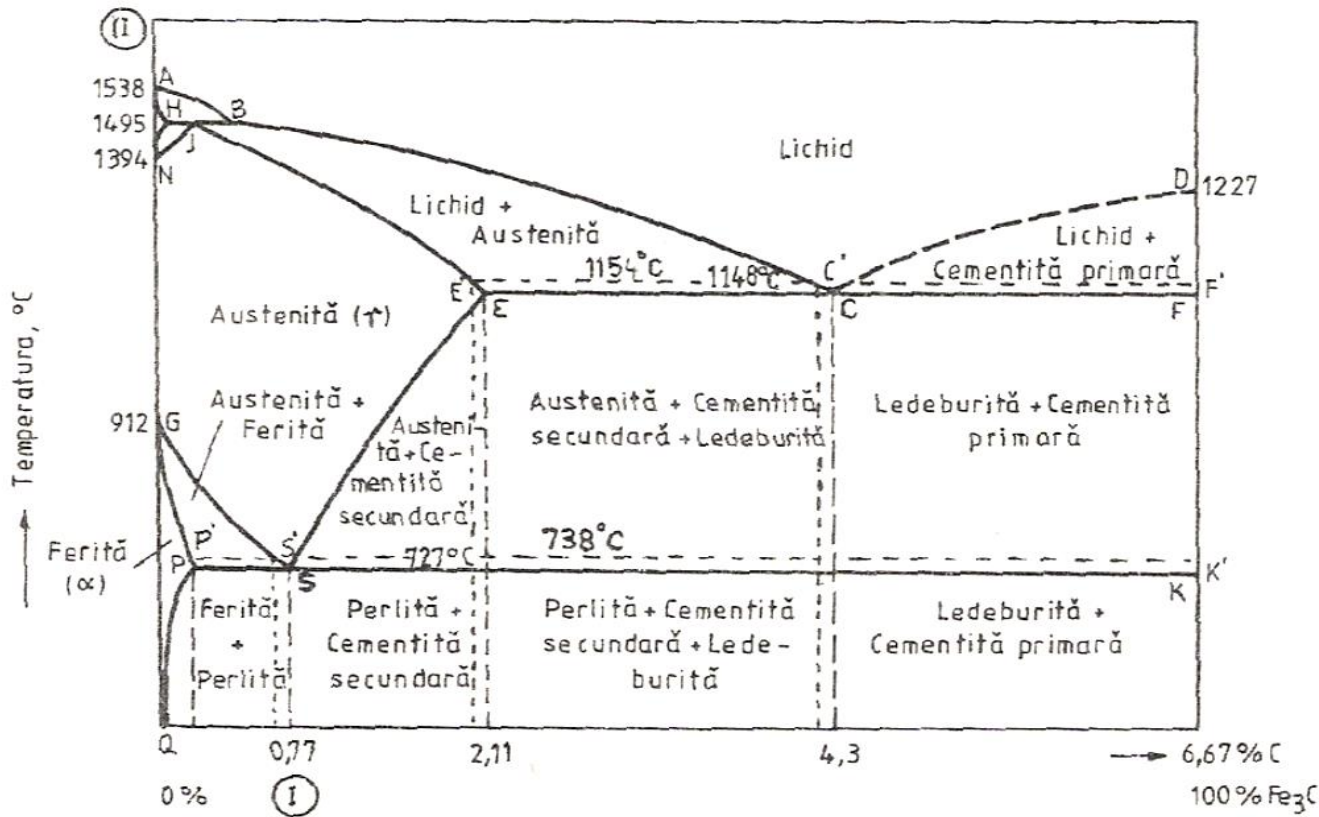
Atac chimic: Nital 3% x650
Fonta alba eutectica

Fonta alba hipereutectica (4.3 – 6.67%C)



Atac chimic: Nital 3% x500
Fonta alba cu 5%C

Fonta alba hipoeutectica (2.11 – 4.3%C)



$L \rightarrow L + A \rightarrow Led + A + C'' \rightarrow Led.tr. + P + C''$

Atac chimic: Nital 3% x1000
Fonta alba cu 3%C

Intrebari de autoevaluare

1. Din ce este alcatuit, la temperatura ambianta, eutecticul in diagrama cu solubilitate limitata? Dar in cea cu solubilitate limitata si variabila?
2. Care este aspectul fazelor secundare in diagrama cu solubilitate limitata si variabila?
3. Intr-un sistem de aliaje A-B cu solubilitate limitata si variabila, saturatia solutiei solide α este 25% B la temperatura eutectica si 5% B la temperatura ambianta. Care este concentratia procentuala a fazelor si constituentilor structurali in aliajul cu 15% B la temperatura ambianta?
4. Care sunt punctele critice ale fierului?
5. In ce stare se gaseste fierul la 800°C? Care sunt proprietatile lui?
6. Prin ce difera sistemul stabil Fe-C de cel metastabil?
7. Care sunt solutiile solide in diagrama Fe-C?
8. Definiti fazele sistemului Fe-Fe₃C. Care sunt proprietatile lor?
9. Ce este perlita? Dar ledeburita?
10. Ce constituent structural eterogen este specific fontelor albe?
11. Din ce aliaje Fe-C poate lipsi ferita la temperatura ambianta?
12. Ce sunt otelurile? Dar fontele albe?
13. Ce constitienti structurali au fontele albe hipoeutectice? Dar cele hipereutectice?
14. Care sunt constitientii structurali într-un oțel hipoeutectoid? Dar într-unul hipereutectoid?

Intrebari de autoevaluare

15. Care sunt fazele într-un oțel hipoeutectoid? Dar într-unul hipereutectoid?
16. Ce structură are un oțel cu 0.5%C la 650°C?
17. Ce structură are un oțel cu 1.8%C la 750°C?
18. Ce structură are un oțel cu 0.2%C la 800°C?
19. Care sunt constituenții structurali în fontele albe hipoeutectice?
20. Care sunt constituenții structurali în fontele albe hipereutectice?
21. Prin ce diferă ledeburita de la 800°C de cea de la 200°C?
22. Care sunt aliajele binare Fe-C în care nu apare perlita la temperatura ambiantă?
23. Care este conținutul de perlită într-un oțel cu 0.35%C? Dar într-unul cu 1.5%C?
24. Care este conținutul de ferită liberă într-un oțel cu 0.55%C? Cum apare aceasta?
25. Care este conținutul de cementită liberă într-un oțel cu 1.3%C? Cum apare aceasta?
26. Care este diferența dintre aspectul rețelei de ferită într-un oțel cu 0.6%C și al celei de cementită într-un oțel cu 1.2%C?
27. Care este cantitatea de ferită într-o fontă albă cu 3.5%C? Cum apare aceasta?
28. Care este duritatea unui oțel cu 0.65%C aflat în stare de echilibru? Dar rezistența de rupere la tracțiune?