

Università degli Studi di Trieste
Dipartimento di Ingegneria e Architettura
A.A. 2019-2020

Corso di Laurea in Ingegneria Civile ed Ambientale
Corso di Chimica e Tecnologia dei Materiali

Modulo 2: Tecnologia dei Materiali

- Lezione 4: Equilibrio e Diagrammi di Fase -

ESERCIZI

Barbara Codan

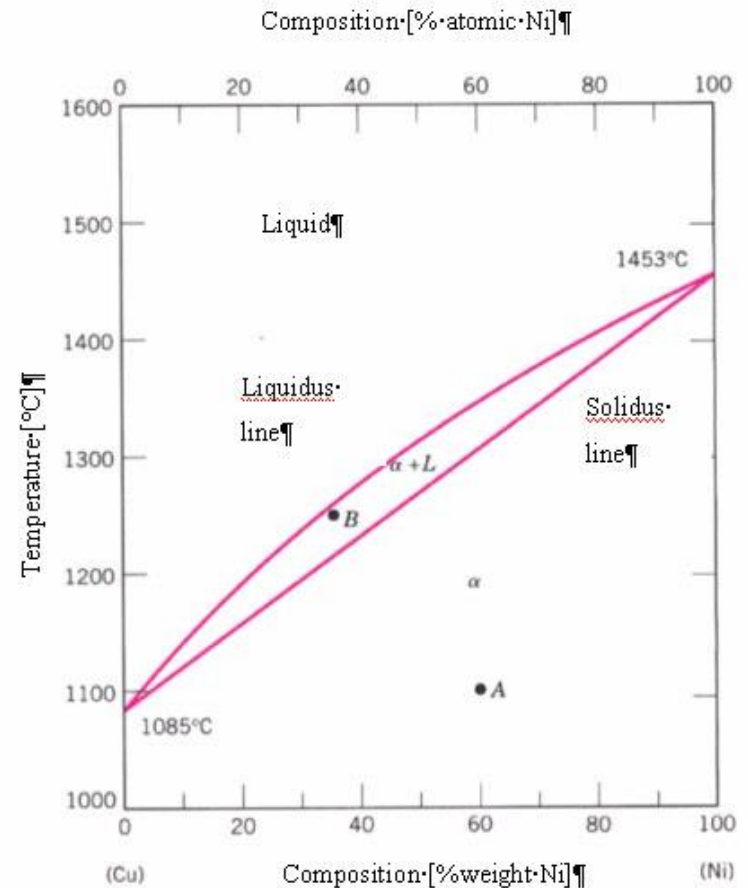
bcodan@units.it

Dipartimento di Ingegneria e Architettura
Università degli Studi di Trieste

Esercizio 1

Considerare una lega 60wt%Ni-40 wt %Cu a 1100°C (punto A) e una lega 35 wt%Ni-65 wt%Cu a 1250°C (punto B) e indicare:

- 1) La varianza
- 2) Il numero e il tipo di fasi presenti
- 3) La composizione delle fasi presenti
- 4) Le quantità relative delle fasi presenti



Soluzione

Punto A

$T = 1100^{\circ}\text{C}$

- 1) Varianza: $V = C + 1 - F \rightarrow V = 2 + 1 - 1 = 2$
- 2) Fasi: α
- 3) Composizione: α : 40%Cu-60%Ni
- 4) Quantità: α : 100%

Punto B

$T = 1250^{\circ}\text{C}$

- 1) Varianza: $V = C + 1 - F \rightarrow V = 2 + 1 - 2 = 1$
- 2) Fasi: $\alpha + L$
- 3) Composizione: L: 32%Cu-68%Ni - α : 42%Cu-58%Ni
- 4) Quantità: L: 70% α : 30%

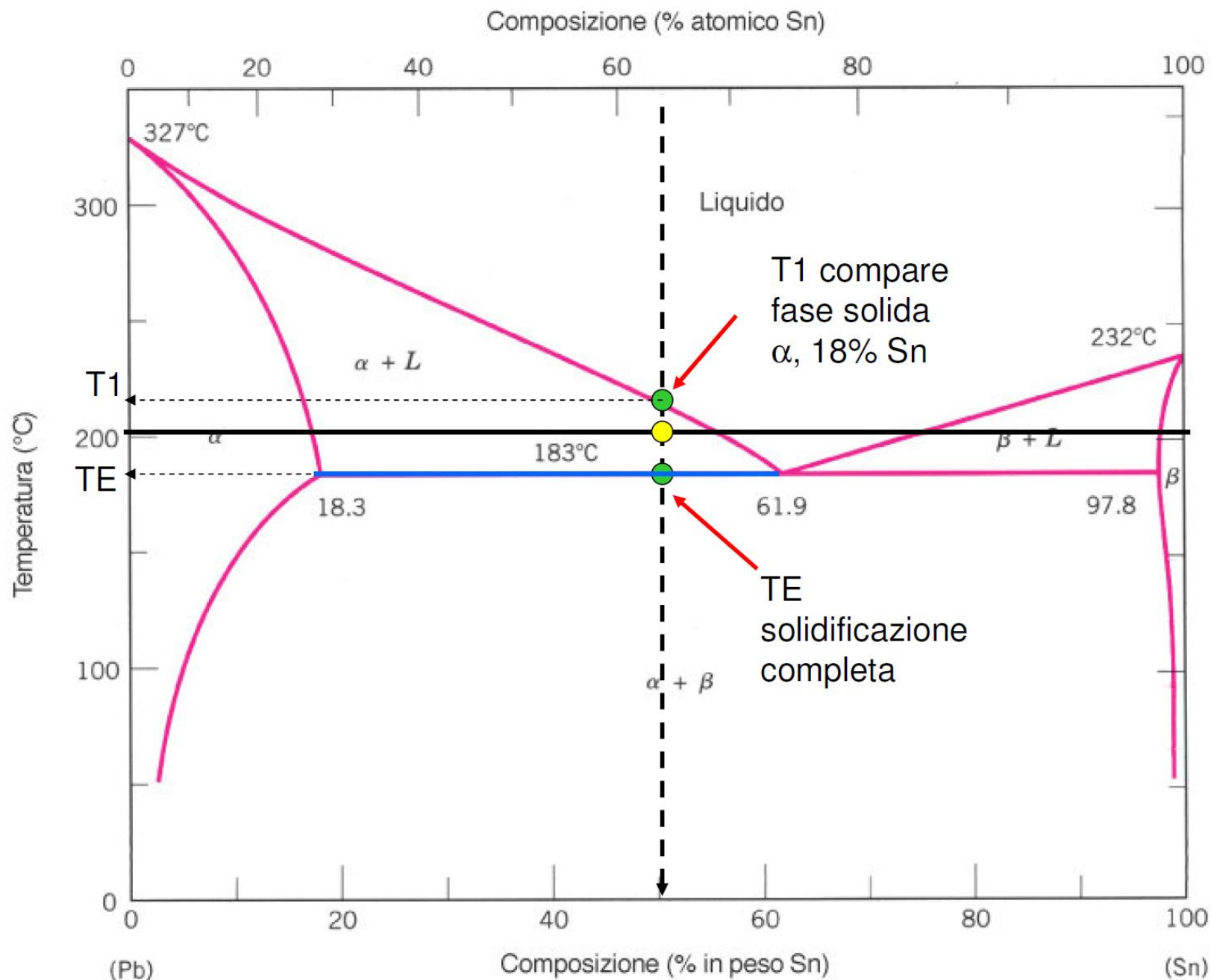
Esercizio 2

Si consideri 1 Kg di una lega per saldature 50:50 Pb-Sn (vedi figura).

- a) A che temperatura appare il primo solido per raffreddamento?
 - b) Qual è la prima fase solida che si forma e qual è la sua composizione?
 - c) A che temperatura la lega solidifica completamente?
 - d) In che quantità sarà trovata una fase di deposizione primaria (proeutettica) nella microstruttura?
 - e) Com'è distribuito lo stagno nella microstruttura a 182°C?
- Per una temperatura di 200°C determinare per la stessa lega

- (i) la varianza
- (ii) le fasi presenti
- (iii) le loro composizioni
- (iv) le loro quantità relative espresse in peso percentuale.

Ripetere i quesiti precedenti per una temperatura di 100°C.

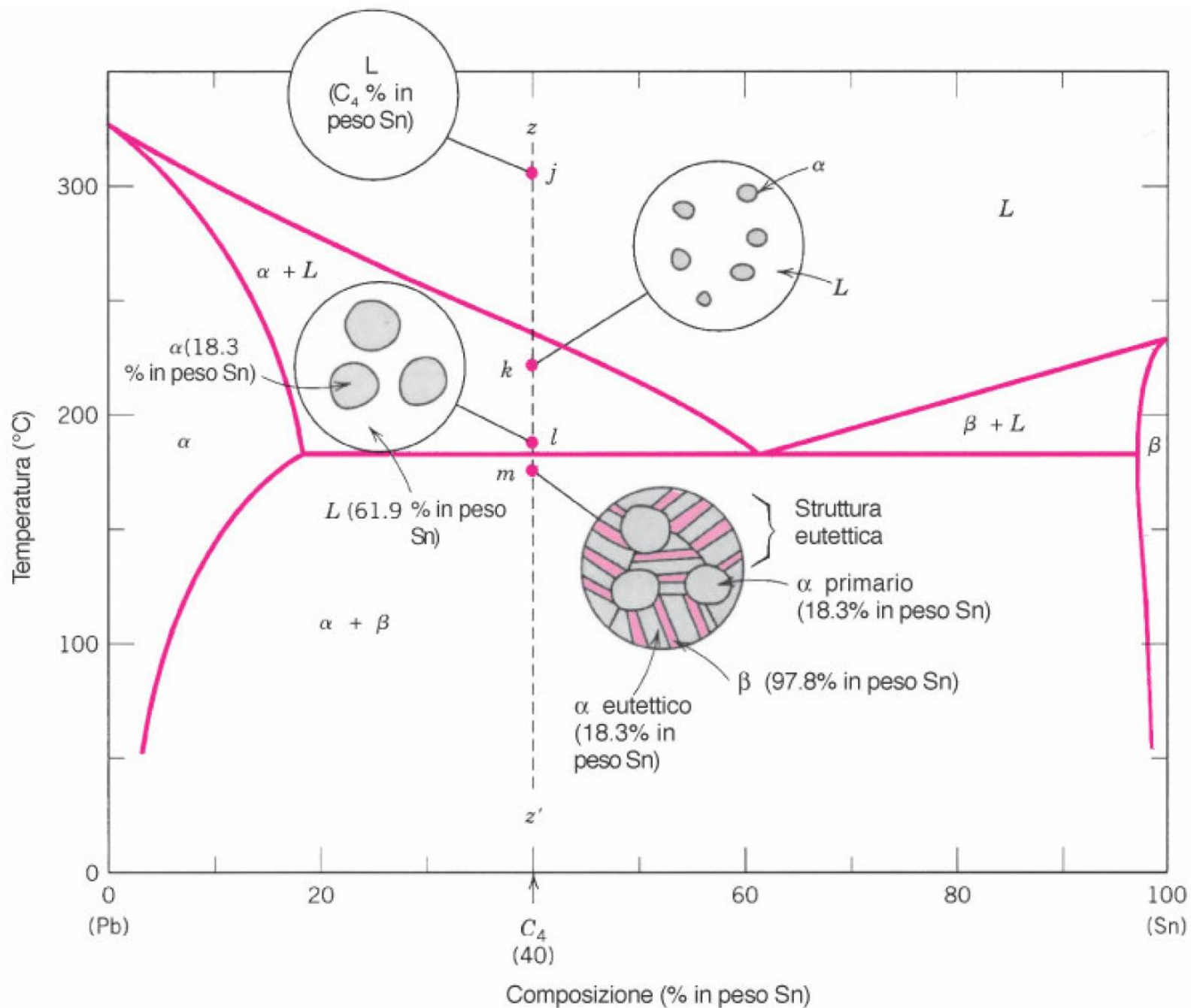


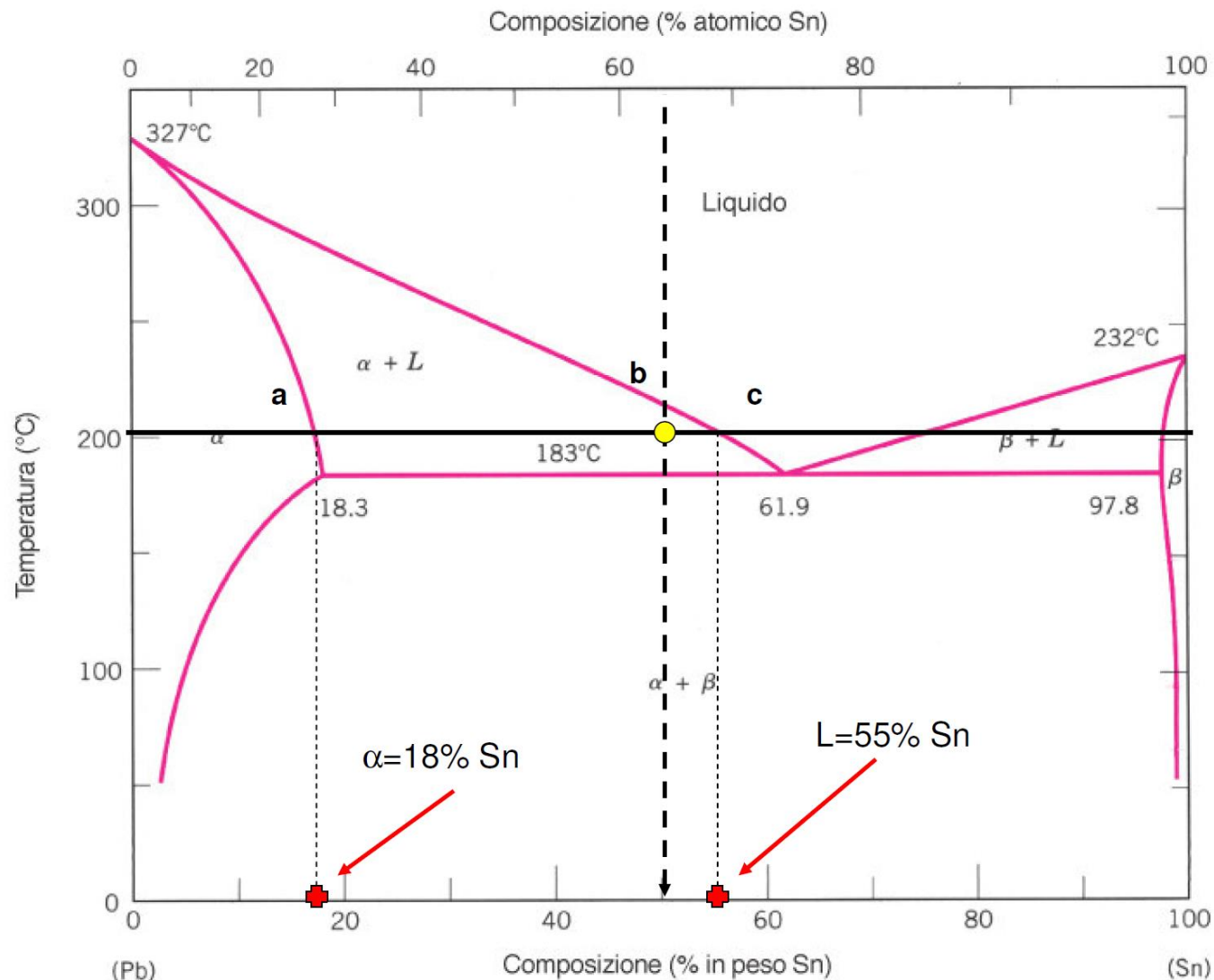
Soluzione

Quantità fase alfa proeutettica:

Regola della leva all'inizio della trasformazione eutettica

$$\% \alpha = ((61,9 - 50) / (61,9 - 18,3)) * 100 = 27,3\%$$





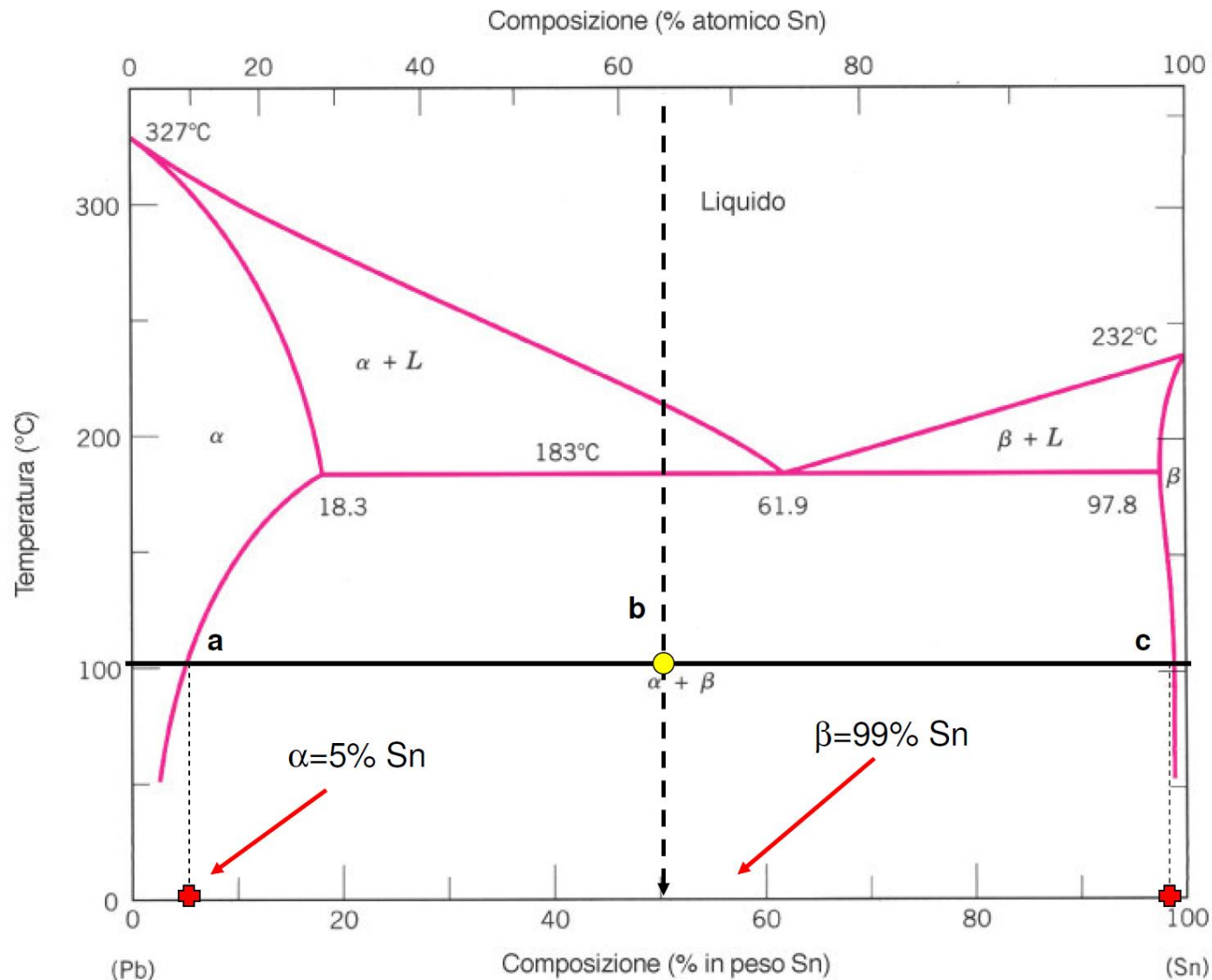
T=200°C, lega 50% Sn

$$V = 2 + 1 - 2 = 1$$

Fasi: $\alpha + L$

$$\% \alpha = (bc/ac) \cdot 100 = ((55-50)/(55-18)) \cdot 100 = 14\%$$

$$\% L = (ab/ac) \cdot 100 = ((50-18)/(55-18)) \cdot 100 = 86\%$$



$T=100^{\circ}\text{C}$, lega 50% Sn

$$V=2+1-2=1$$

Fasi: $\alpha + \beta$

$$\% \alpha = (bc/ac) \cdot 100 = ((99-50)/(99-5)) \cdot 100 = 52\%$$

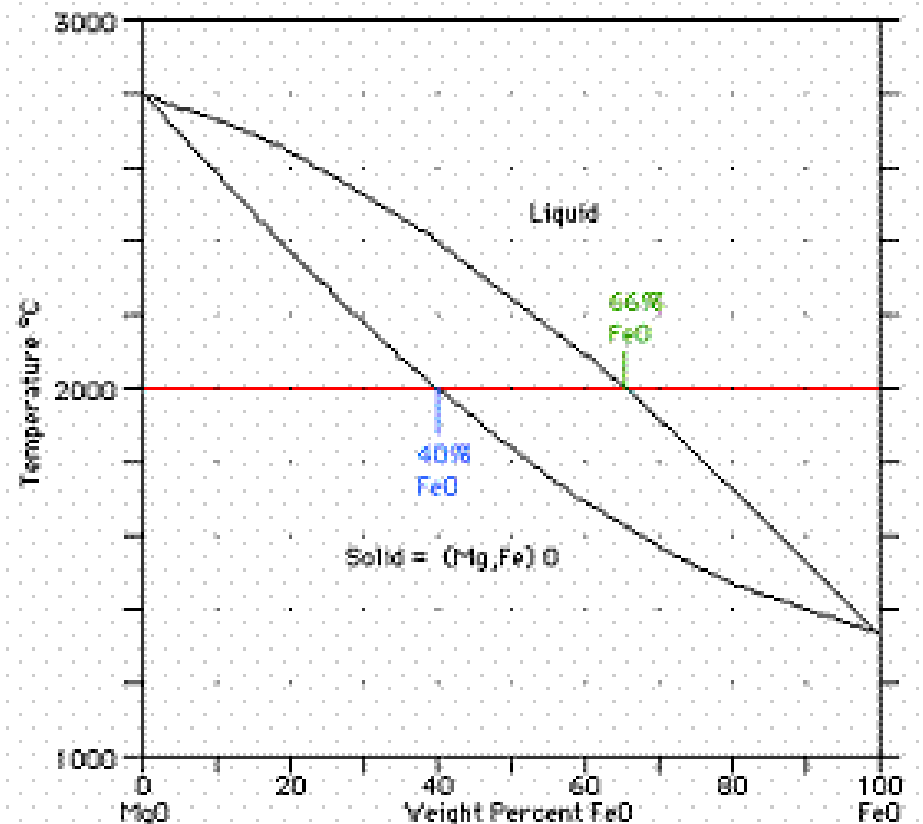
$$\% \beta = (ab/ac) \cdot 100 = ((50-5)/(99-5)) \cdot 100 = 47\%$$

Esercizio 3

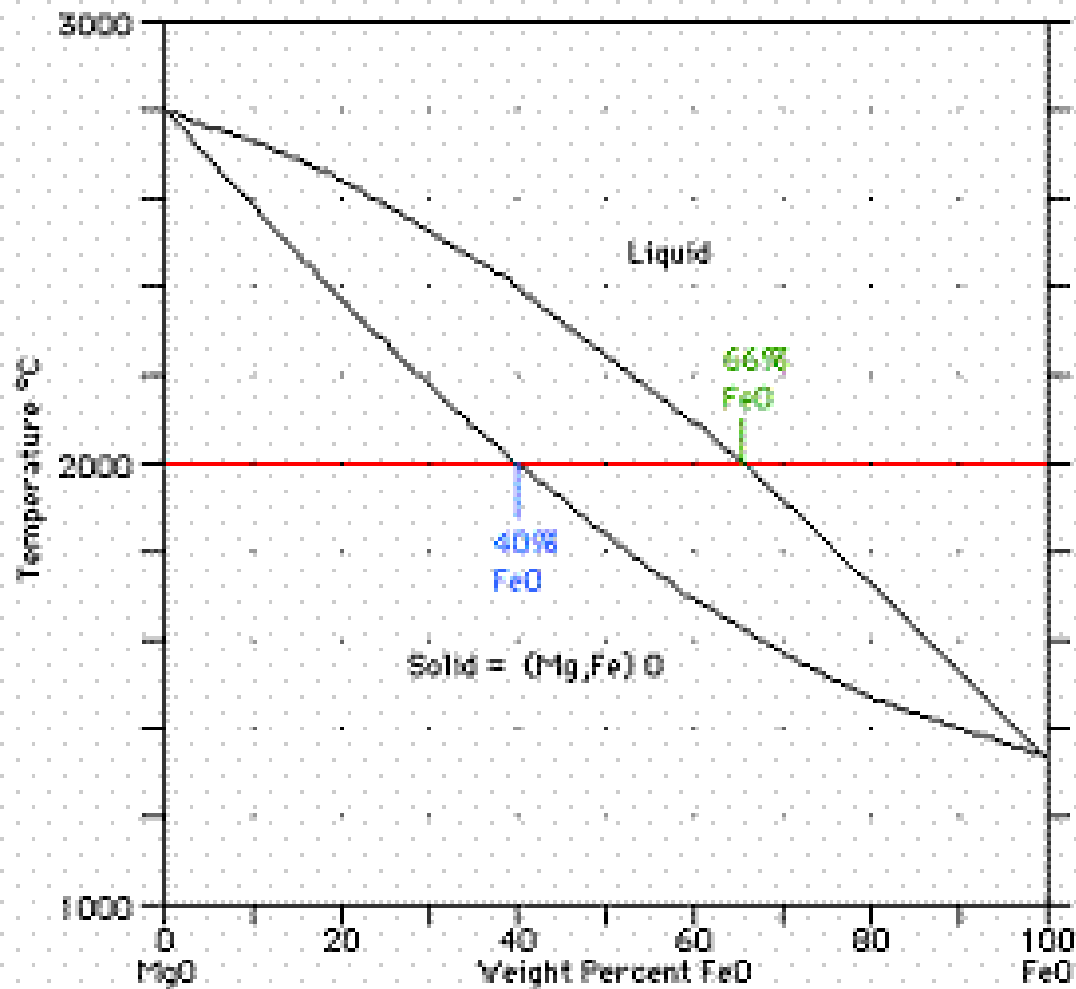
Diagramma di stato di MgO-FeO.

Determinare le fasi presenti, la composizione di ogni fase e la quantità relativa di ogni fase presente (%peso) a 2000 °C per le seguenti composizioni:

- a) MgO - 25 wt% FeO
- b) MgO - 45 wt% FeO
- c) MgO - 60 wt% FeO
- d) MgO - 80 wt% FeO

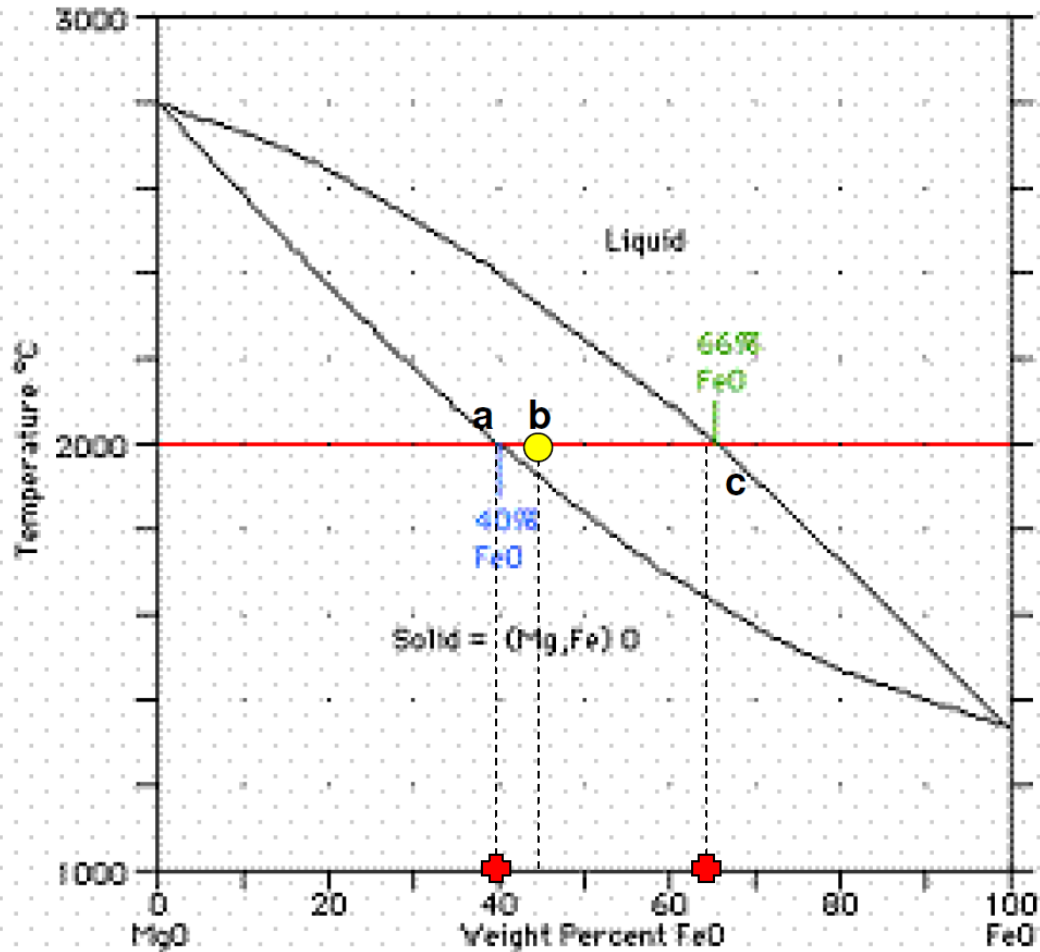


a) MgO - 25 wt% FeO



100 % solido, 25% FeO

b) MgO - 45 wt% FeO



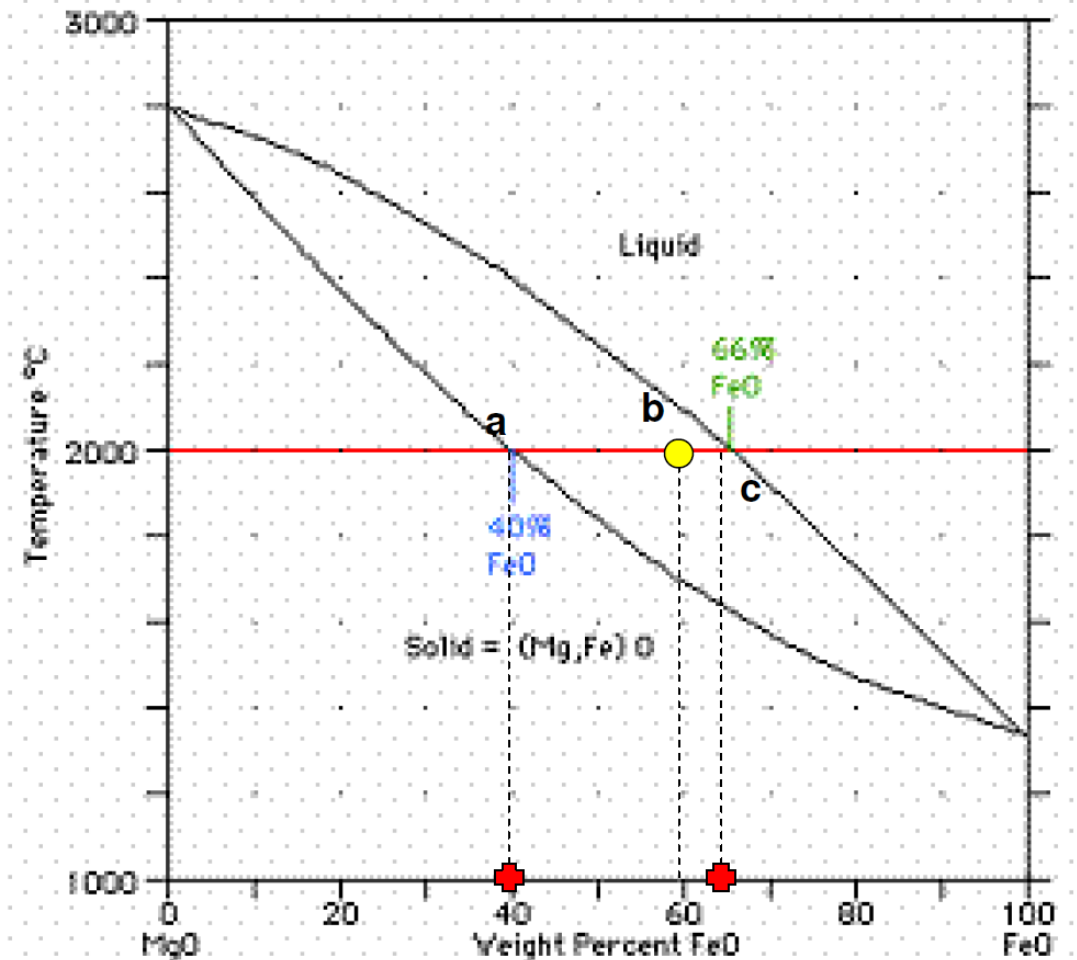
$$\begin{aligned} \% \text{ solido} &= \\ &= (bc/ac) * 100 = \\ &= ((65-45)/(65-40)) = 80\% \end{aligned}$$

Solido = 40% FeO

$$\begin{aligned} \% \text{ liquido} &= \\ &= (ab/ac) * 100 = \\ &= ((45-40)/(65-40)) = 20\% \end{aligned}$$

Liquido = 66% FeO

c) MgO - 60 wt% FeO



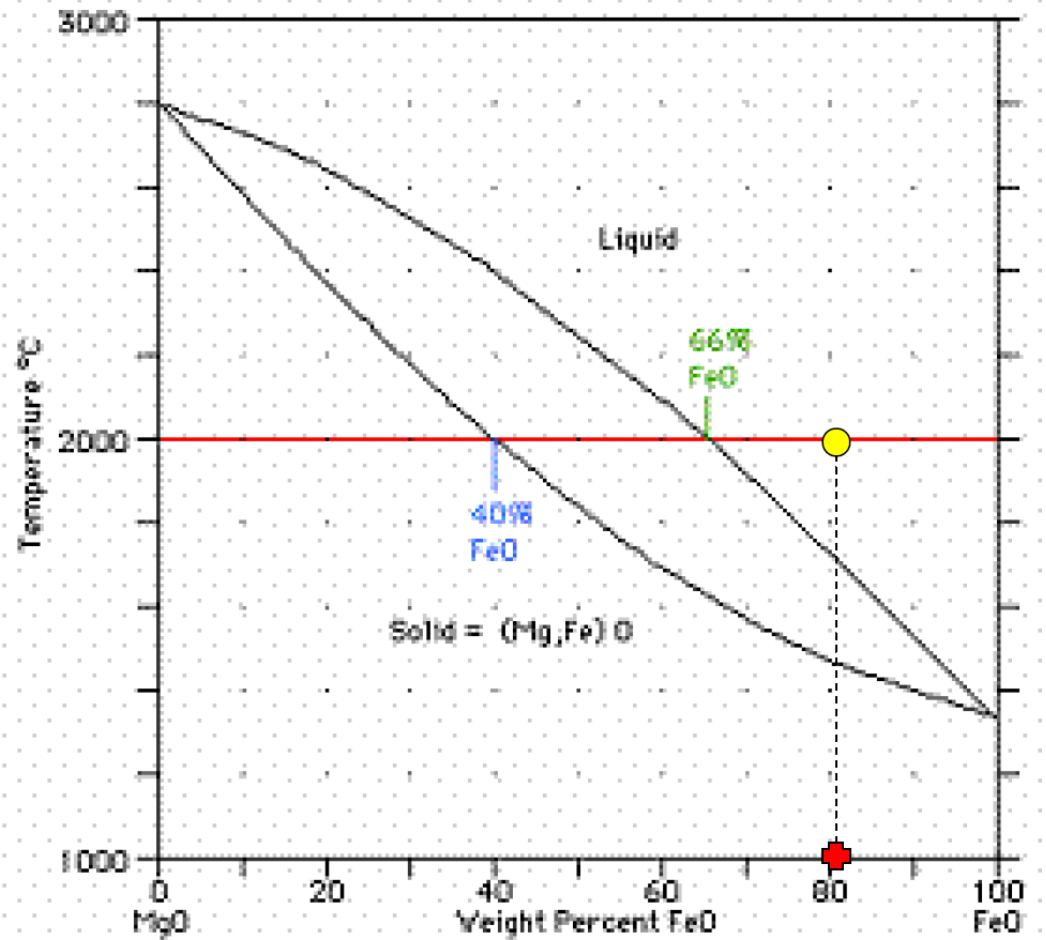
$$\begin{aligned} \% \text{ solido} &= \\ &= (bc/ac) * 100 = \\ &= ((65-60)/(65-40)) = 20\% \end{aligned}$$

Solido = 40% FeO

$$\begin{aligned} \% \text{ liquido} &= \\ &= (ab/ac) * 100 = \\ &= ((60-40)/(65-40)) = 80\% \end{aligned}$$

Liquido = 66% FeO

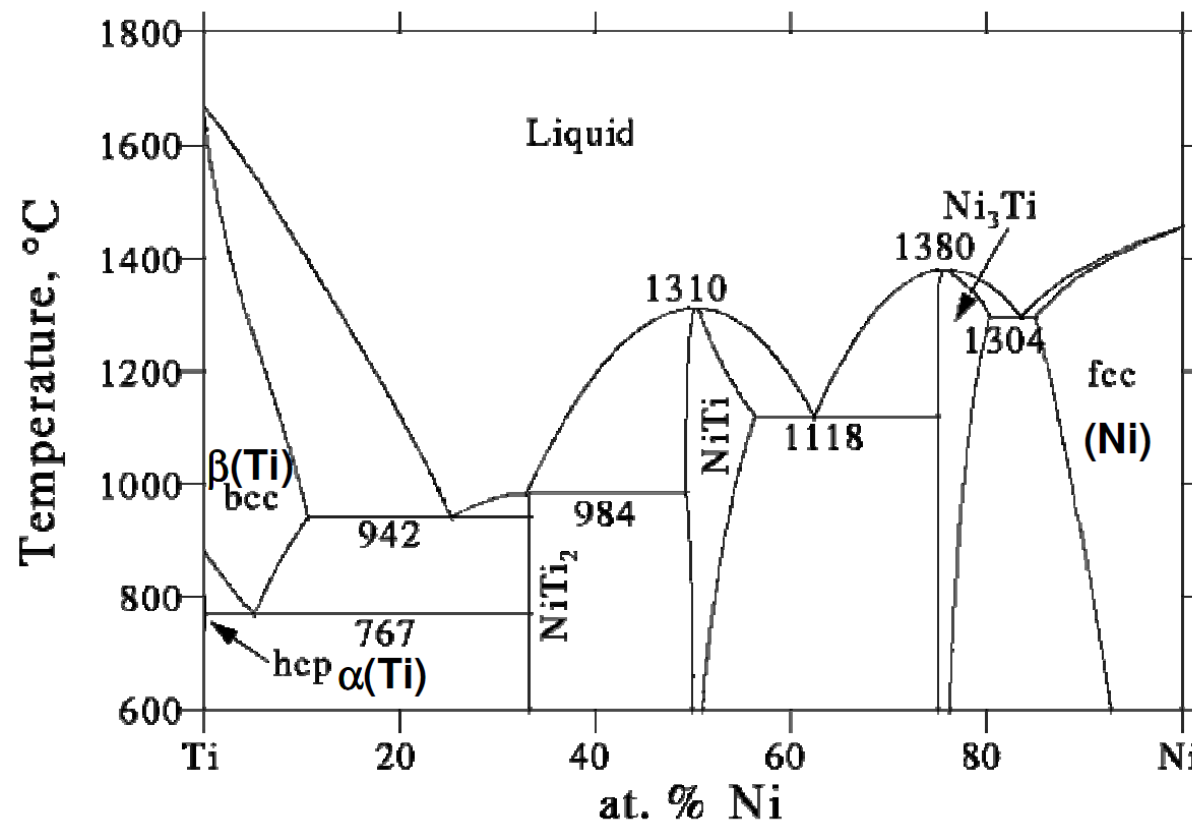
d) MgO - 80 wt% FeO



100 % liquido, 80% FeO

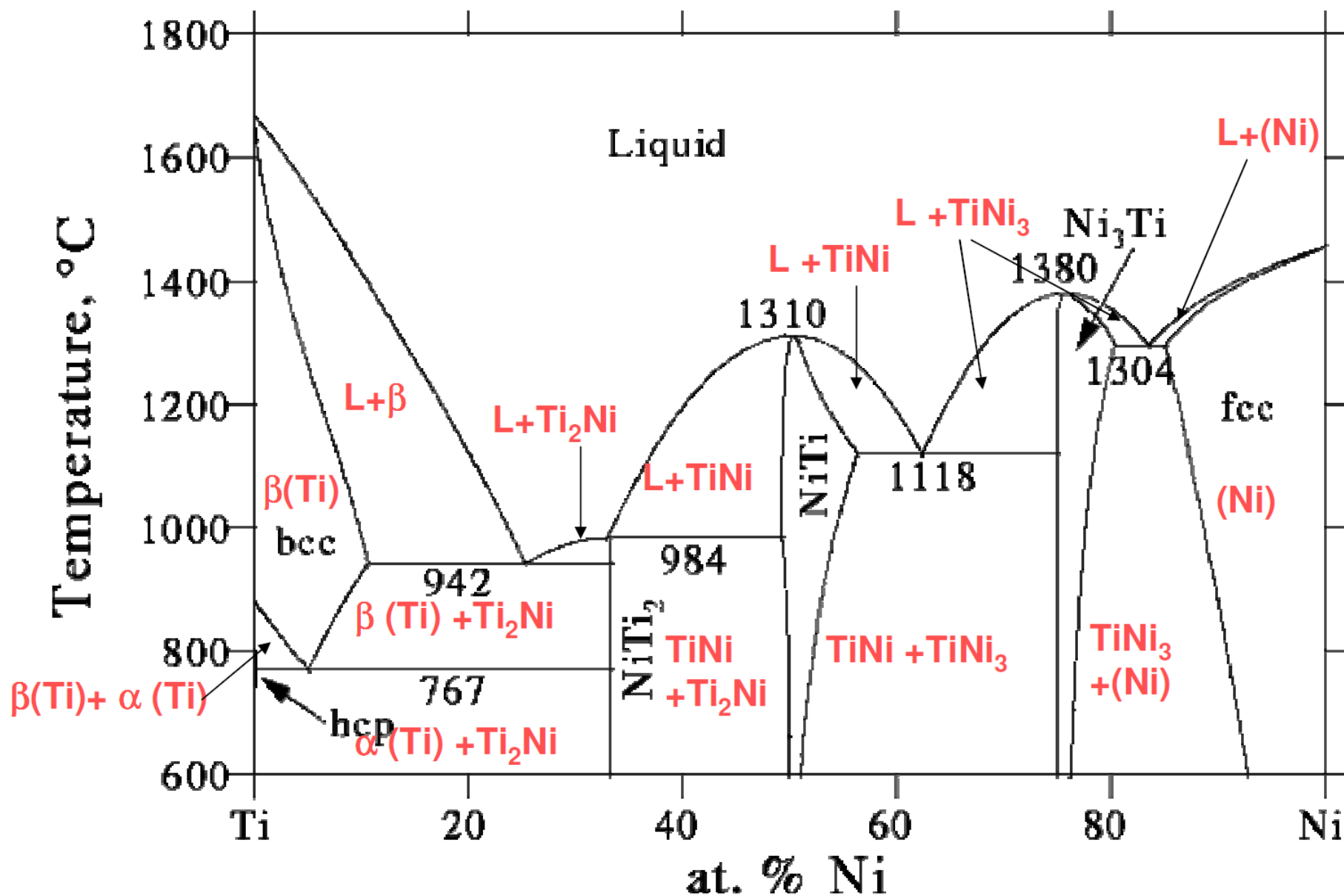
Esercizio 4

Diagramma di stato Ti-Ni

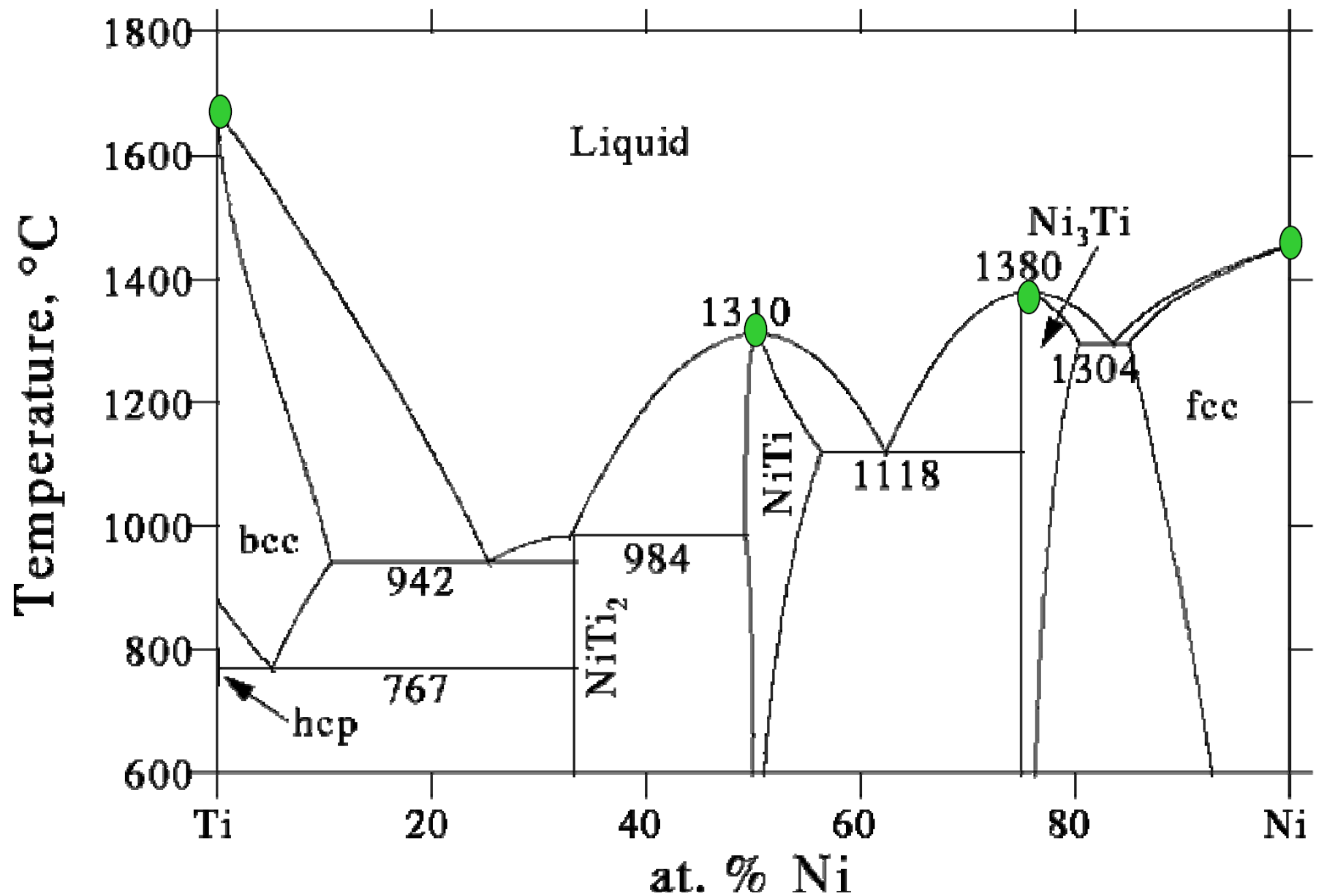


1. Completare il diagramma indicando tutte le fasi presenti nelle regioni bifasiche
2. Individuare i composti/fasi a fusione congruente
3. Individuare i punti Eutettici e Eutettoidici
4. Considerare un liquido con il 70% di Ni che viene raffreddato a 1000°C : quali sono le fasi presenti? Qual è la composizione di ciascuna fase?
5. Qual è la frazione atomica di ciascuna fase?

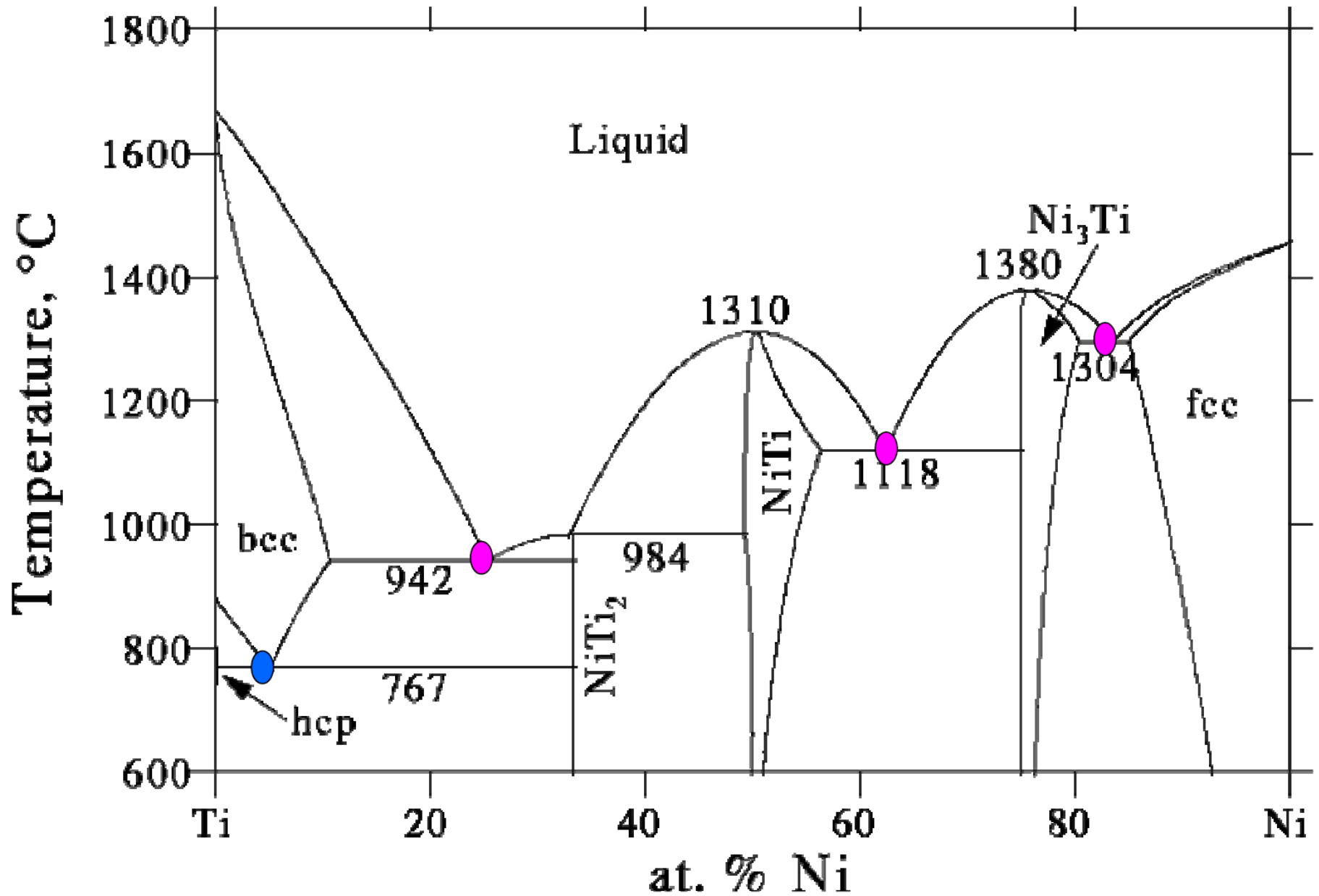
1. Completare il diagramma indicando tutte le fasi presenti nelle regioni bifasiche



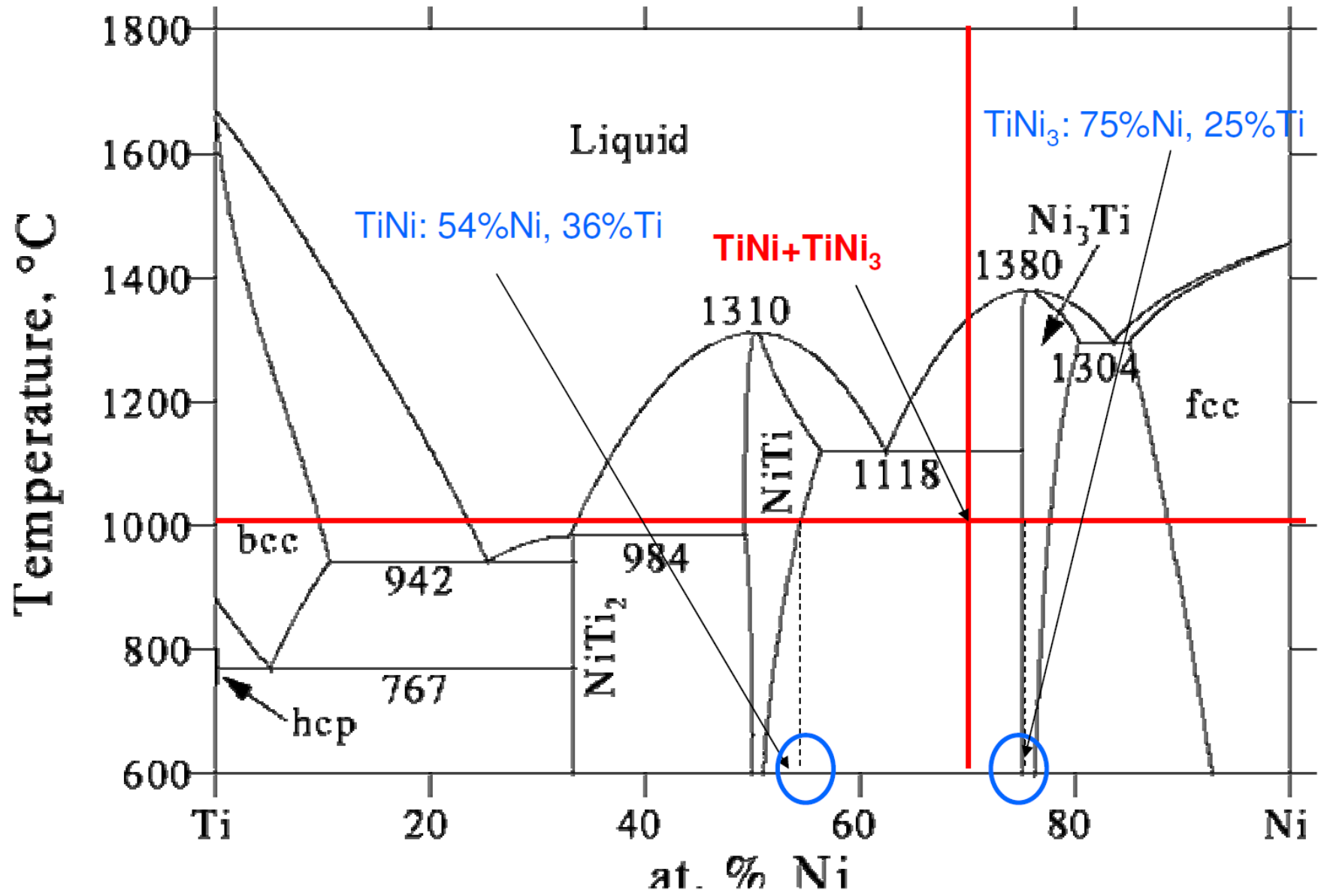
2. Individuare i composti/fasi a fusione congruente



3. Individuare i punti **Eutettici** e **Eutettoidici**



4. Considerare un liquido con il 70% di Ni che viene raffreddato a 1000°C: quali sono le fasi presenti? Qual è la composizione di ciascuna fase?



5. Qual è la frazione atomica di ciascuna fase?

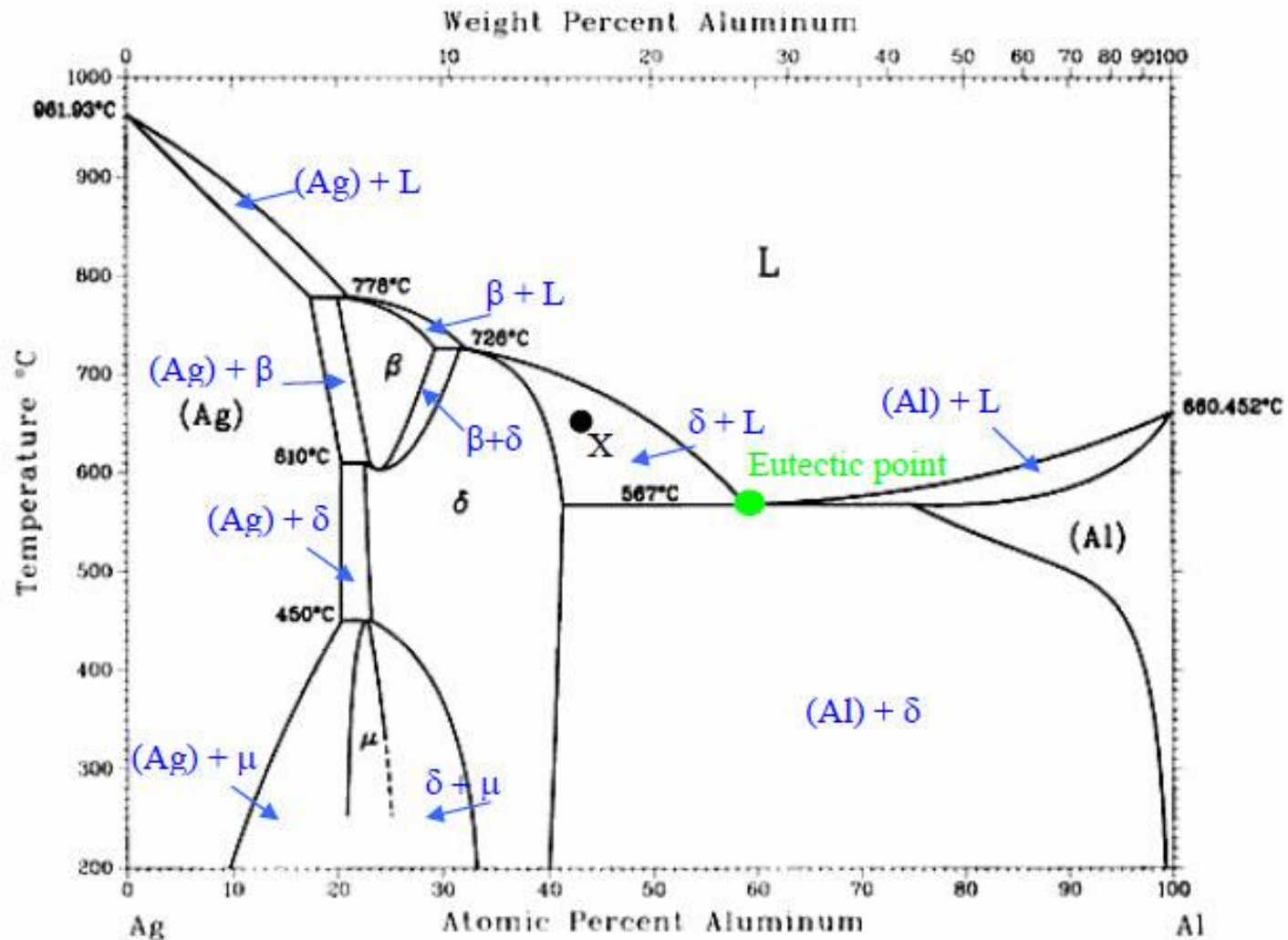
Regola della leva:

$$\% \text{TiNi} = (C_{\text{TiNi}_3} - C_o) / (C_{\text{TiNi}_3} - C_{\text{TiNi}}) = (75 - 70) / (75 - 54) * 100 = 24\%$$

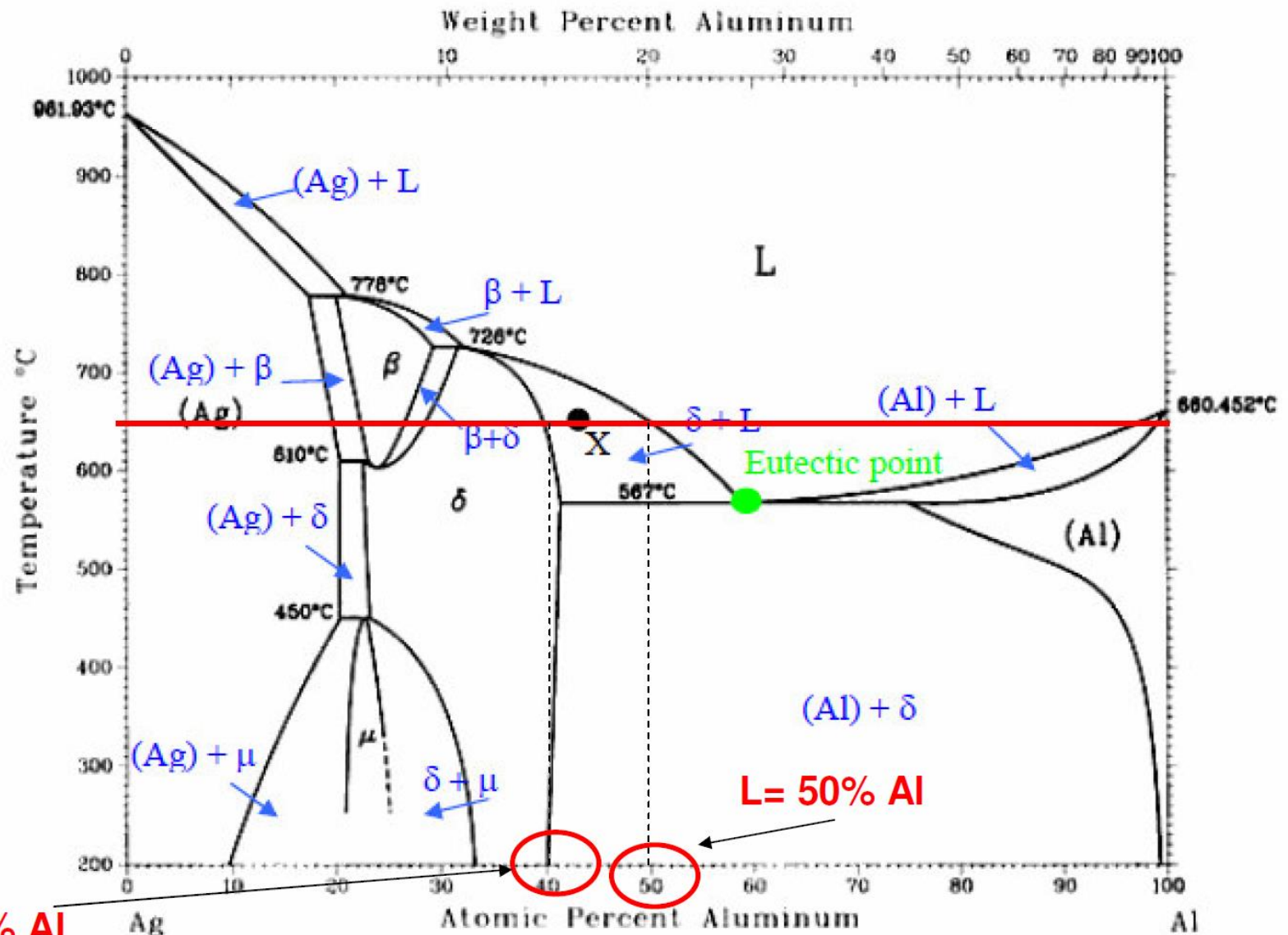
$$\% \text{TiNi}_3 = (C_o - C_{\text{TiNi}}) / (C_{\text{TiNi}_3} - C_{\text{TiNi}}) = (70 - 54) / (75 - 54) * 100 = 76\%$$

Esercizio 5

Completare il diagramma

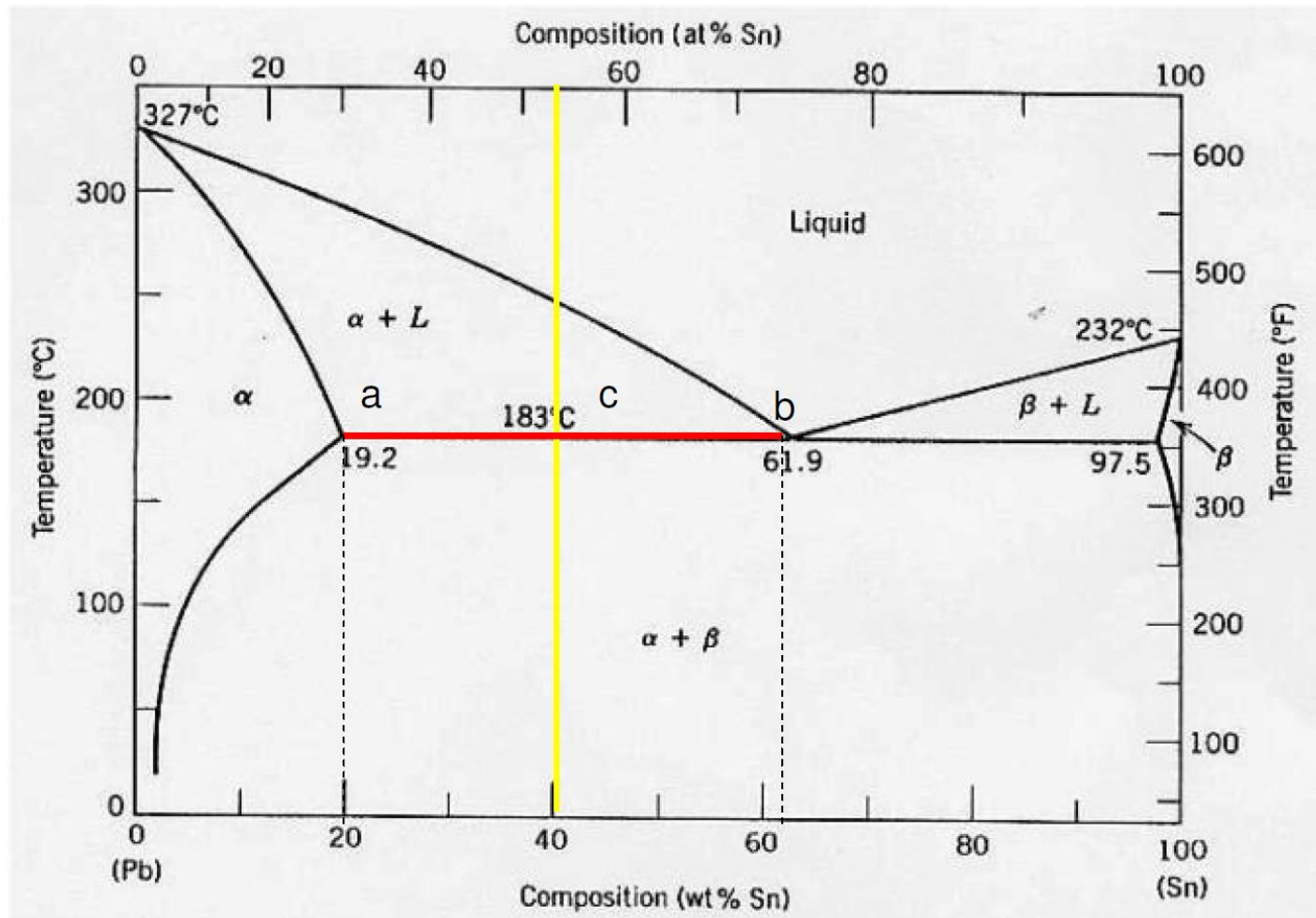


Considerare la lega contrassegnata con la X. Indicare la composizione delle fasi presenti.



Esercizio 5

Considerare una lega con il 40% di Sn, valutare le fasi presenti, la loro composizione e le loro quantità relative all'inizio e alla fine della trasformazione eutettica.



Inizio trasformazione:

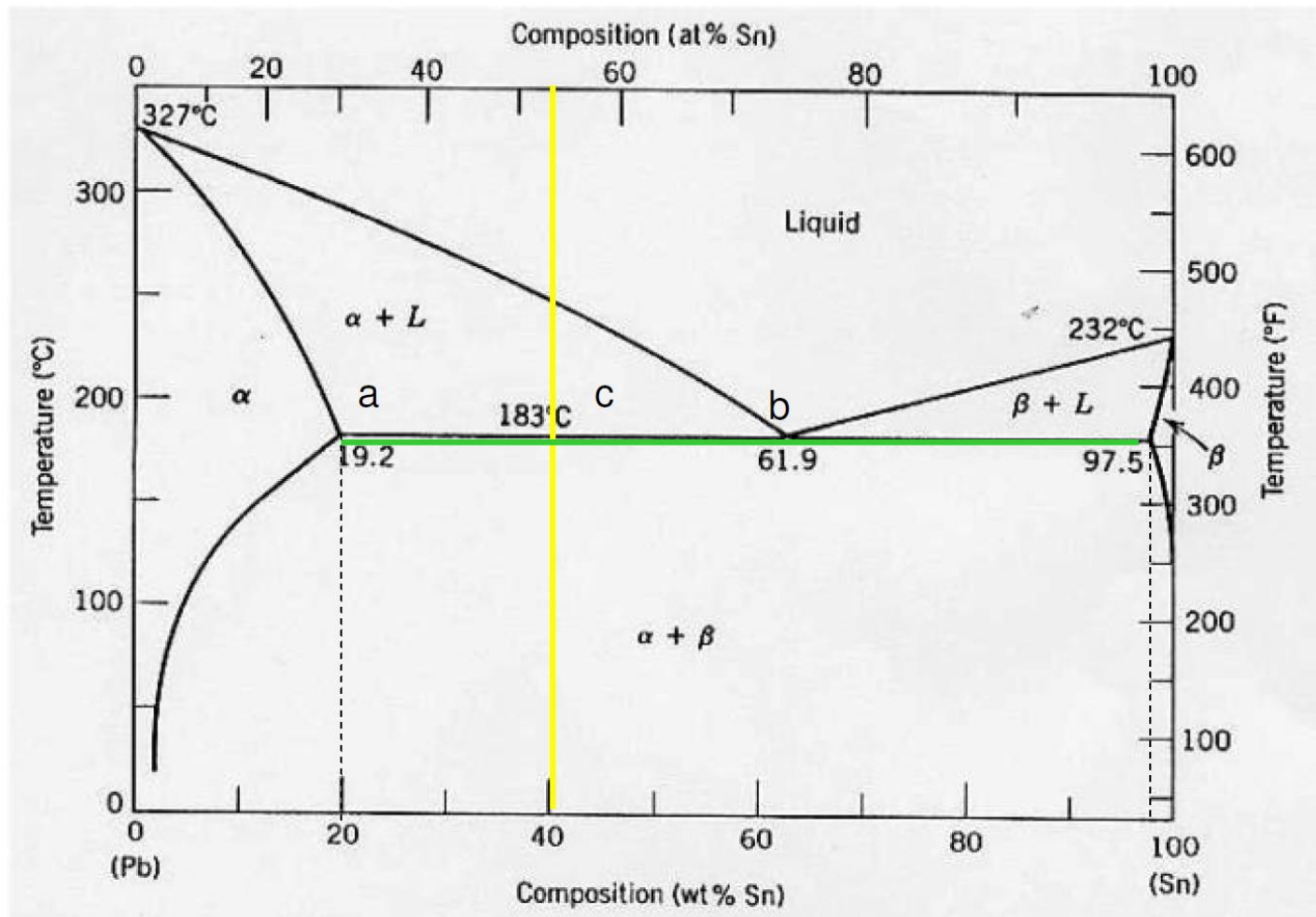
$\alpha + L$

$\alpha = 19.2\% \text{ Sn}$

$L = 61.9\% \text{ Sn}$

$\% \alpha = (c-b)/(a-b) = ((61.9-40)/(61.9-19.2)) * 100 = 51\%$

$\% L = (a-c)/(a-b) = ((40-19.2)/(61.9-19.2)) * 100 = 49\%$



Fine trasformazione:

$\alpha + \beta$

$\alpha = 19.2\% \text{ Sn}$

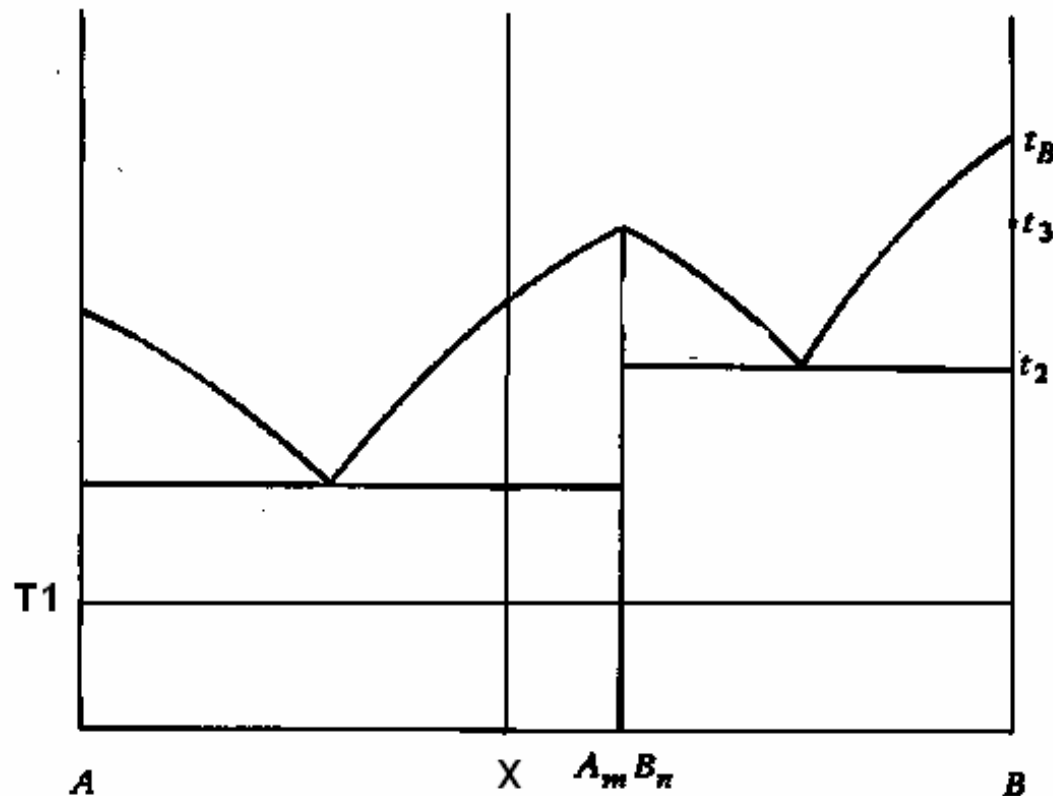
$\beta = 97.5\% \text{ Sn}$

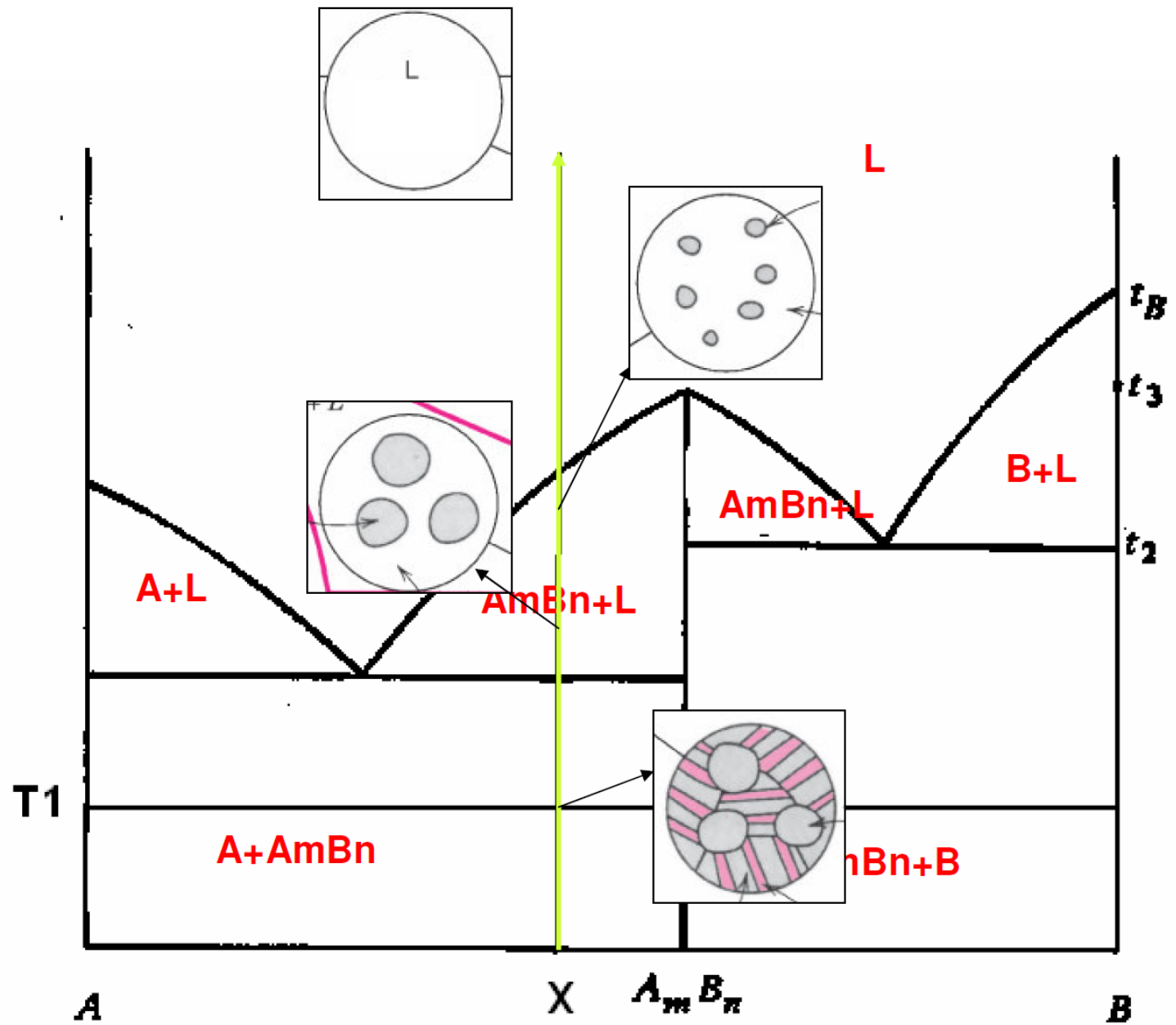
$\% \alpha = (c-b)/(a-b) = ((97.5-40)/(97.5-19.2)) * 100 = 73\%$

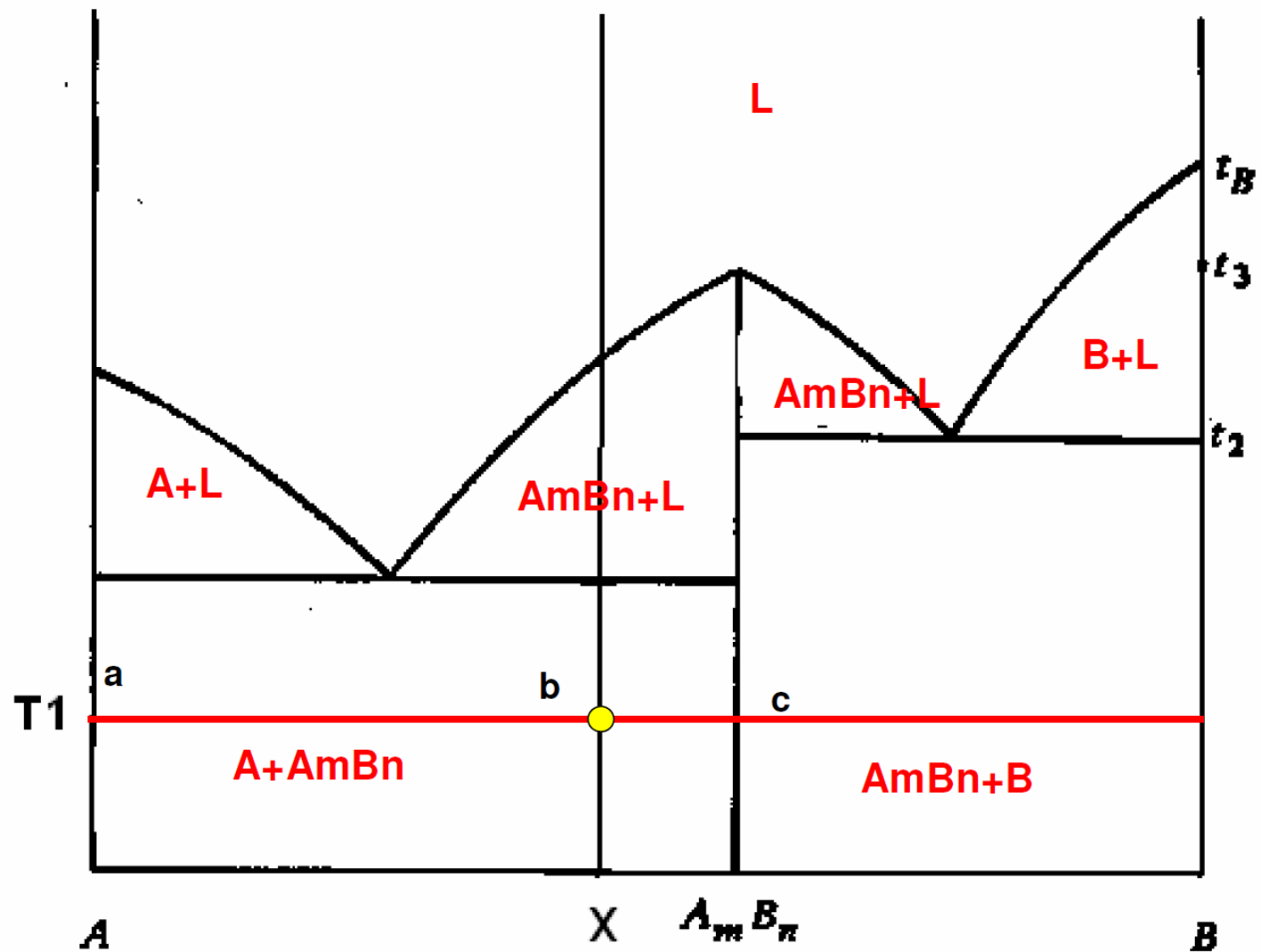
$\% \beta = (a-c)/(a-b) = ((40-19.2)/(97.5-19.2)) * 100 = 27\%$

Esercizio 6

Nel seguente diagramma di stato indicare le fasi presenti in ciascun campo e descrivere il processo di fusione della lega di composizione X. Per tale lega applicare la regola della leva alla temperatura T1







Temperatura T1 – regola della leva per la lega di composizione X

$$\%A = (bc/ac) \cdot 100$$

$$\%AmBn = (ab/ac) \cdot 100$$

Esercizio 6

Tracciare un diagramma di stato contenente una trasformazione peritettica ed indicare le fasi presenti in ciascun campo.

