



# DIAGRAMMI DI FASE PER SISTEMI A DUE COMPONENTI



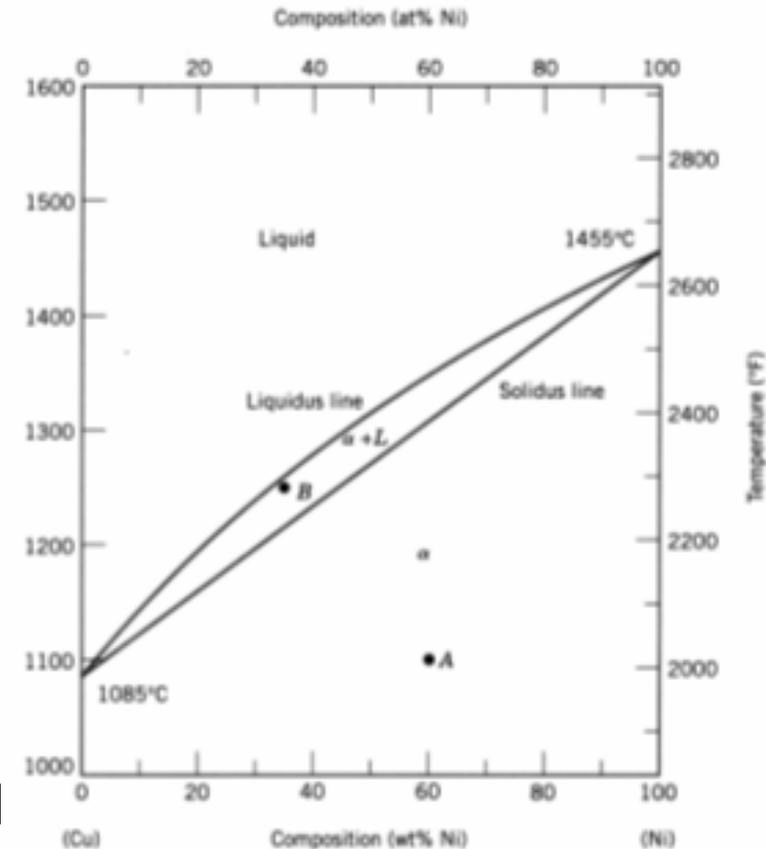
- Ipotesi sempre assunta: i due componenti chimici allo stato liquido sempre miscibili (1 sola fase);
- Casi differenti sulla base delle fasi solide:
  - Completamente miscibili;
  - Completamente immiscibili;
  - Parzialmente miscibili.



# MISCIBILITÀ COMPLETA ALLO STATO SOLIDO



- Sistema Cu-Ni
- Diagramma T – wt (%)
- 3 regioni del diagramma separate da linee di monovarianza (liquidus, solidus):
  - Liquido
  - Solido (fase  $\alpha$ )
  - Regione bifasica (L +  $\alpha$ )
- Analisi al raffreddamento per prevedere la microstruttura finale



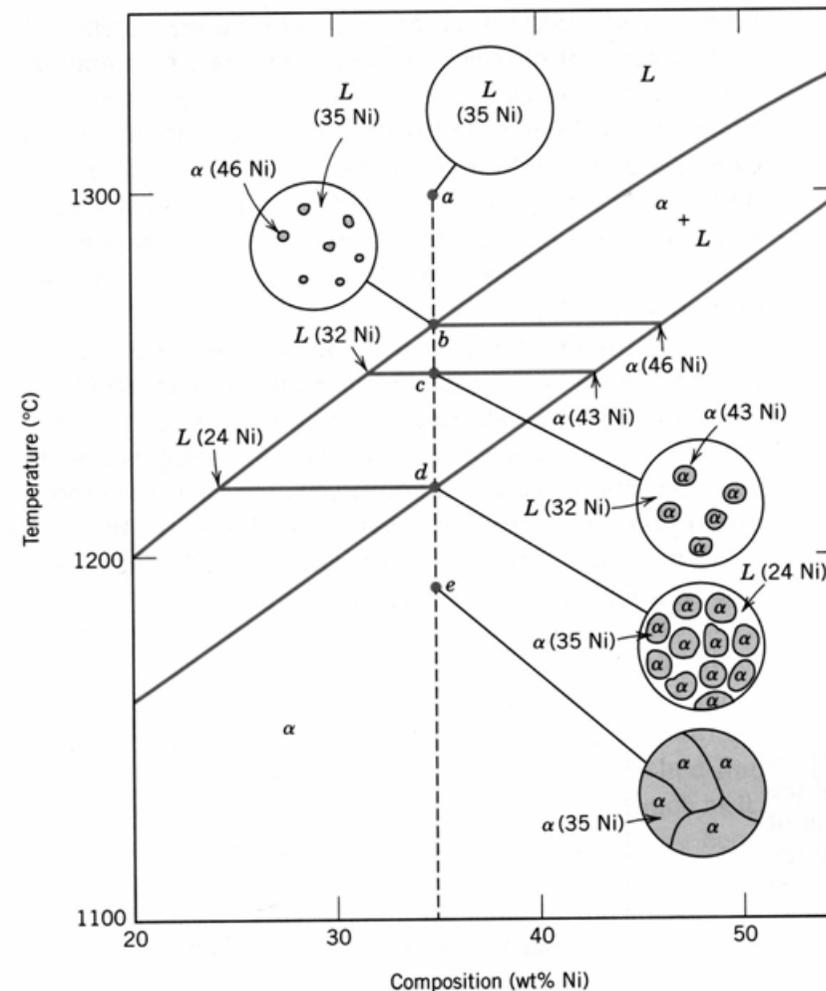


# MISCIBILITÀ COMPLETA ALLO STATO SOLIDO



- Descrizione della miscela liquida al 35 % Ni.
- Regola della leva per determinare i rapporti ponderali tra le fasi

$$\% L = \frac{\% \alpha - \% Tot}{\% \alpha - \% L} 100$$

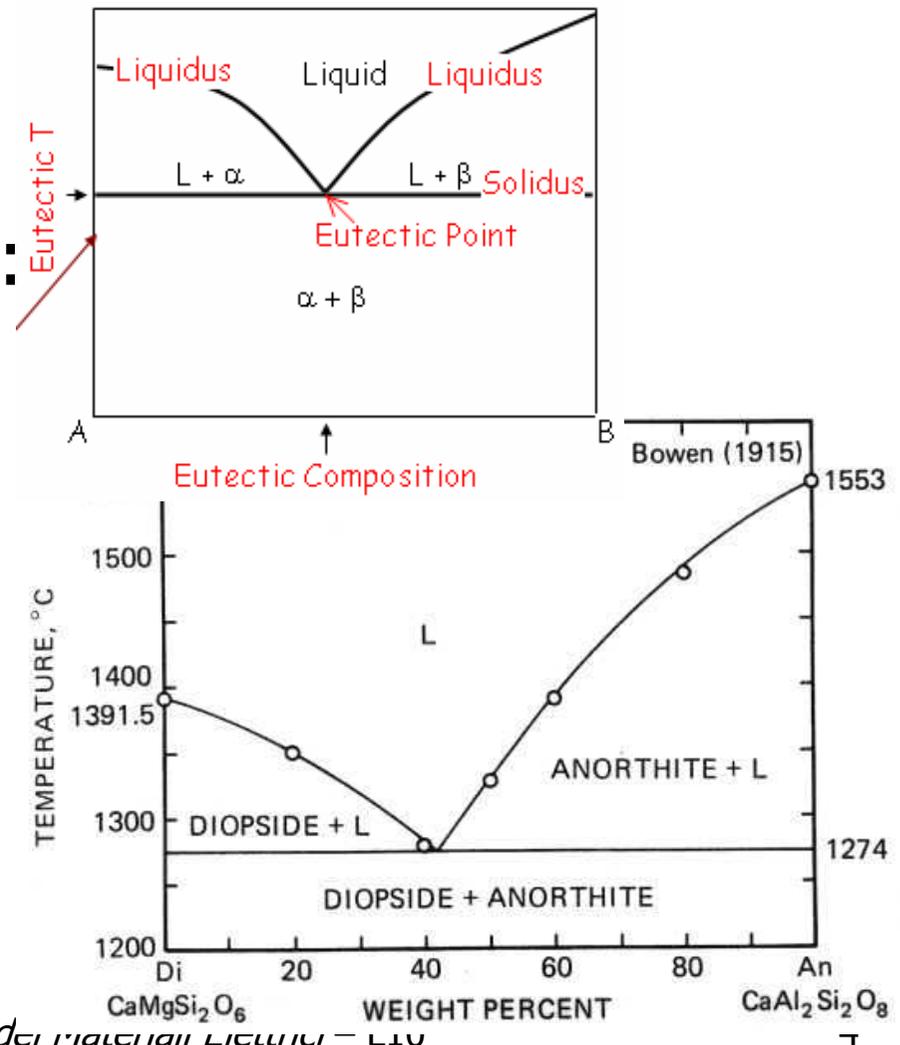




# MISCIBILITÀ NULLA ALLO STATO SOLIDO



- Sistema generico A – B (caso ideale);
- 4 regioni diverse presenti:
  - Liquido (1 fase);
  - Liquido + A (2 fasi);
  - Liquido + B (2 fasi);
  - A + B (2 fasi).
- Trasformazione eutettica:

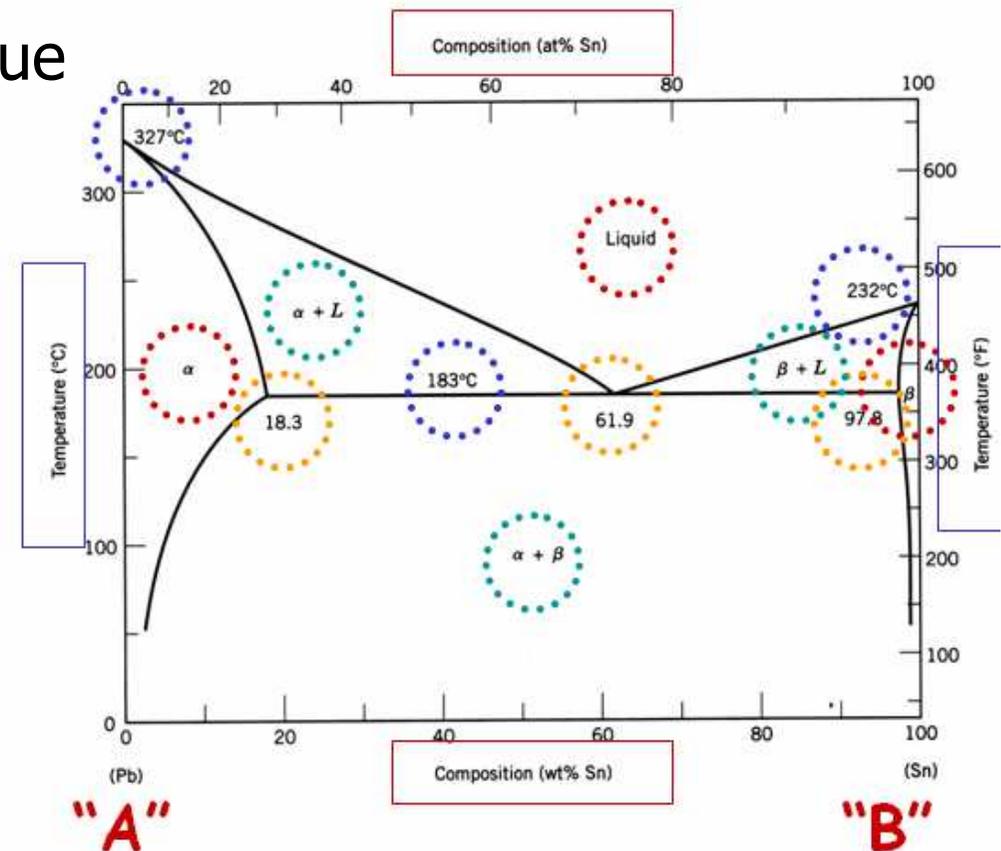




# MISCIBILITÀ PARZIALE ALLO STATO SOLIDO



- Situazione più comune tra due solidi: Pb – Sn
- Regioni del diagramma:
  - Liquido (1 fase);
  - $\alpha$  soluzione solida Sn in Pb (1 fase)
  - L +  $\alpha$  (2 fasi);
  - $\beta$  soluzione solida Pb in Sn (1 fase);
  - L +  $\beta$  (2 fasi);
  - $\alpha$  +  $\beta$  (2 fasi).
- Eutettico  $\alpha$  +  $\beta$  + L (3 fasi)

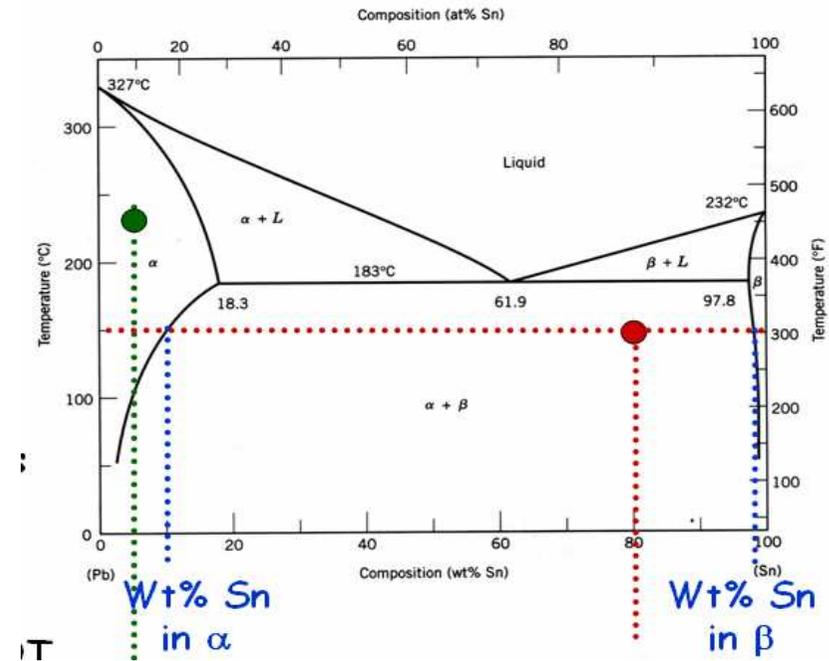
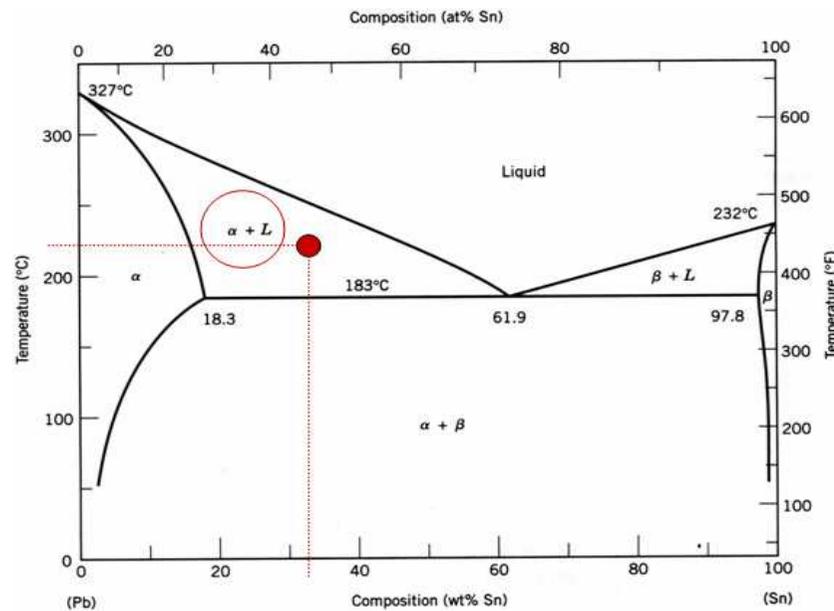




# MISCIBILITÀ PARZIALE ALLO STATO SOLIDO



- Alcune composizioni.

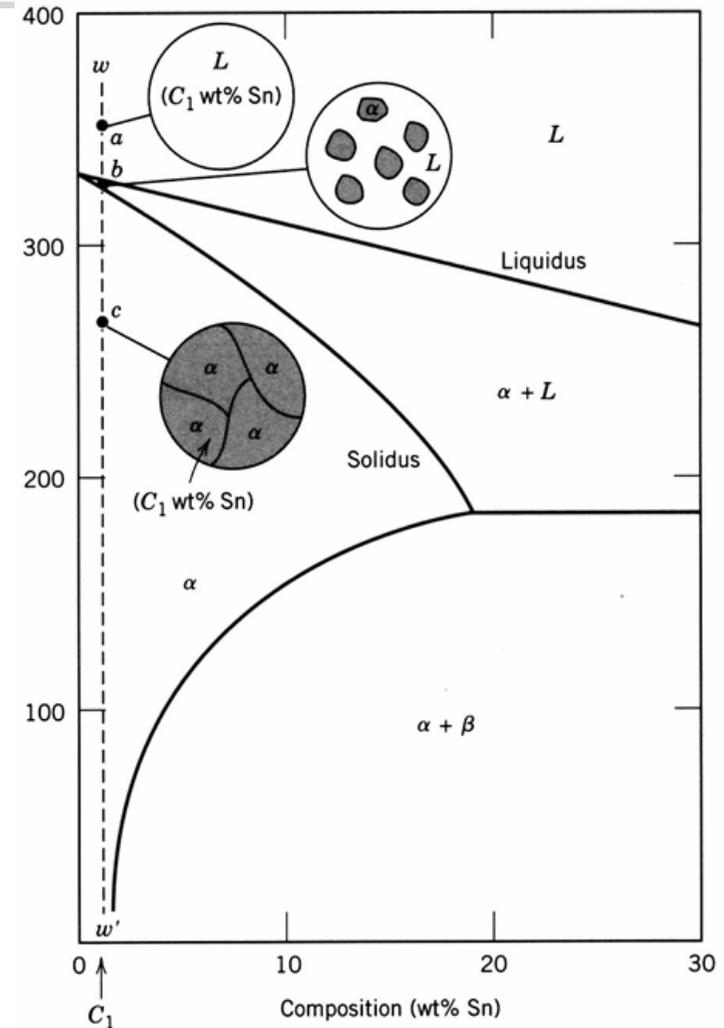




# MISCIBILITÀ PARZIALE ALLO STATO SOLIDO



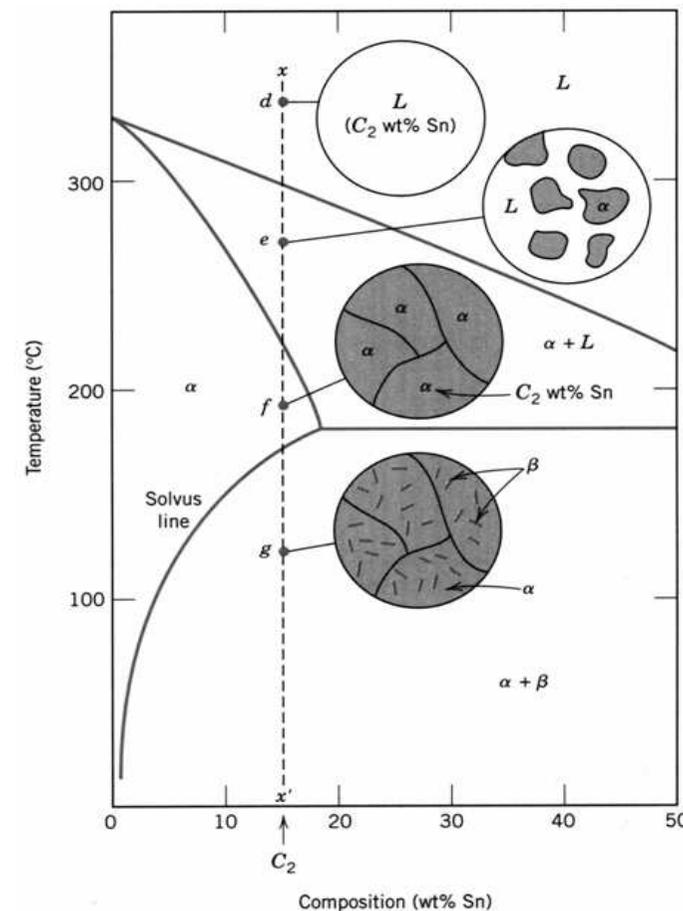
- Microstruttura dipendente dalla composizione;
- I° caso: % Sn molto piccola;
- Sistema monofasico a temperatura ambiente.



# MISCIBILITÀ PARZIALE ALLO STATO SOLIDO



- II° caso: % Sn < 18.3 %
- Sistema bifasico finale, con  $\beta$  precipitato in una matrice di  $\alpha$ .
- $\beta$  precipitato molto ridotto in quantità.
- Indurimento da precipitazione.

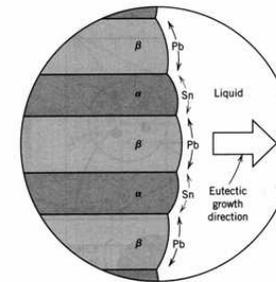
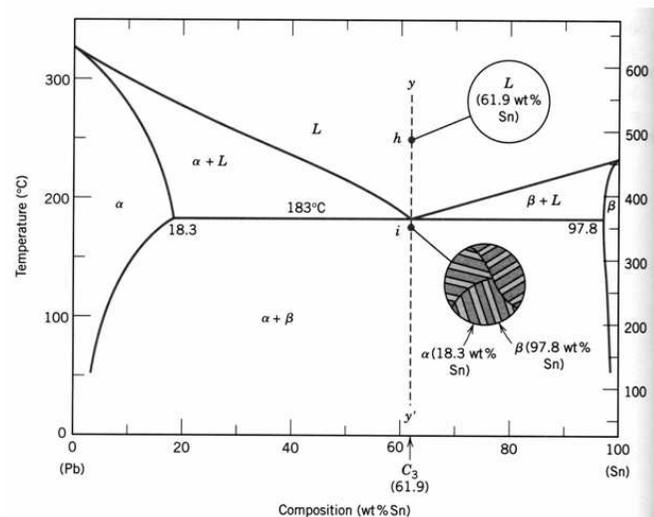


# MISCIBILITÀ PARZIALE ALLO STATO SOLIDO

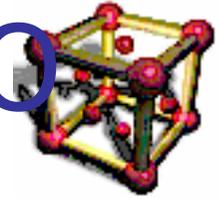


- III° caso: composizione eutettica
- Caratteristica microstruttura lamellare

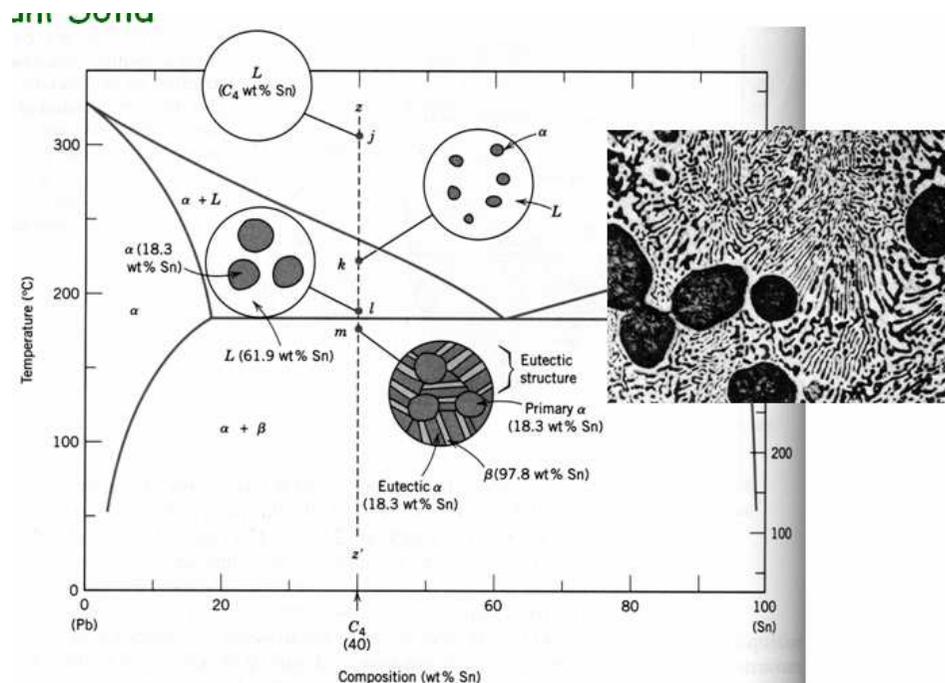
At the Eutectic Composition:



# MISCIBILITÀ PARZIALE ALLO STATO SOLIDO



- IV° caso: composizione generica
- Microstruttura fatta da cristalli primari e matrice di fondo euttetica.



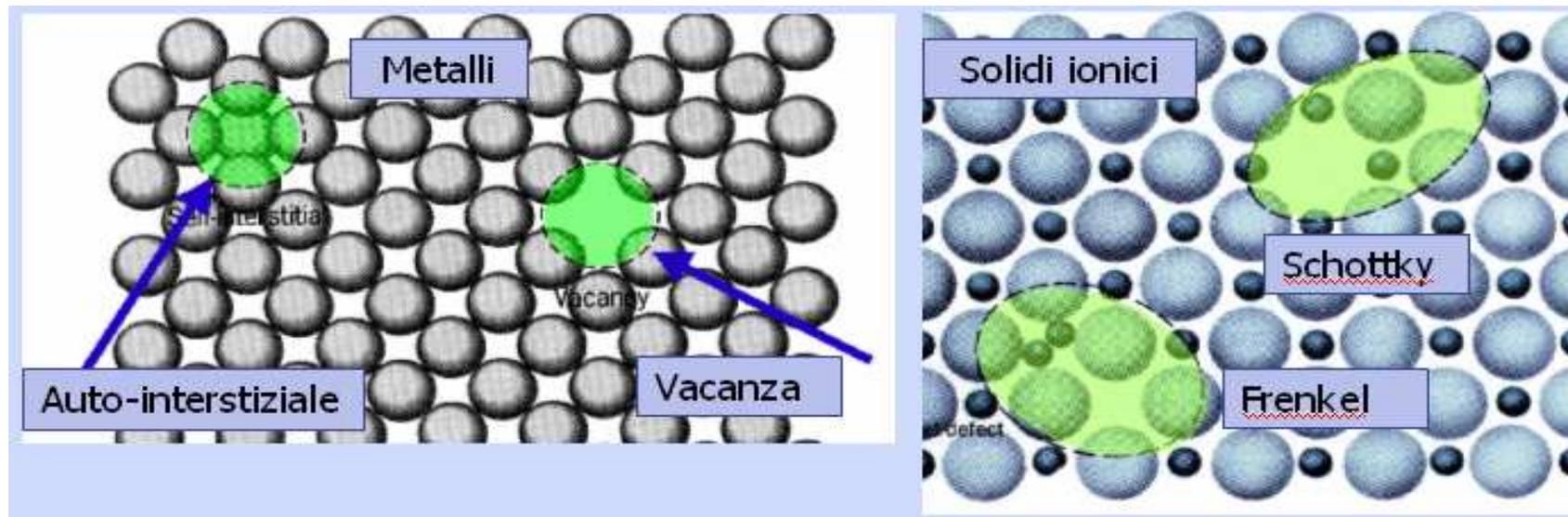


# IMPERFEZIONI STRUTTURALI

◆ Tipo di difetti	◆ Influenza
◆ Puntuali (zero dimensione) <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vacanze, interstiziali</li> <li>■ Impurezze</li> </ul>	◆ Velocità di reazione ◆ Diffusione ◆ Non-stechiometria ◆ Conducibilità elettrica ...
◆ Lineari (una dimensione) <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dislocazioni</li> </ul>	◆ Deformazione plastica
◆ Superficiali (due dimensioni) <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Superfici</li> <li>■ Bordi grano</li> </ul>	◆ Reattività ◆ Resistenza meccanica ◆ Conducibilità elettrica ◆ Proprietà magnetiche
◆ di volume (tre dimensioni) <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Porosità, fasi precipitate</li> </ul>	◆ Resistenza meccanica ◆ Conducibilità elettrica ...



# DIFETTI PUNTUALI INTRINSECI





# DIFETTI PUNTUALI INTRINSECI

- Una certa concentrazione di difetti nel reticolo possibile (termodinamica).
- Concentrazione di equilibrio  $n$  (difetti/m<sup>3</sup>) del difetto puntuale.
- Diversi approcci possibile per calcolare  $n$ .
- Approccio utilizzato: termodinamica statistica.



# DIFETTI PUNTUALI INTRINSECI

- Calcolo della concentrazione di difetti di equilibrio con la termodinamica statistica:
  - La creazione di un difetto richiede energia ( $\Delta H_f$ ) ma comporta un grande aumento degli stati termodinamicamente possibili (aumento disordine);
  - Le leggi della termodinamica statistica consentono di calcolare il numero di stati possibili;
  - La legge di Boltzmann collega gli stati termodinamicamente possibili alla variazione di entropia (disordine);
  - L'energia libera  $G$  del sistema per modesti valori di concentrazione dei difetti diminuisce sensibilmente;
  - La concentrazione di equilibrio dei difetti è quella che determina, ad una certa temperatura, il minimo di  $G$ .