

**Richiami di termodinamica:** Definizione di sistema macroscopico e variabili macroscopiche I e II principio della termodinamica, entropia termodinamica e sue proprietà. Irreversibilità. Altri potenziali termodinamici: energia libera e gran potenziale. Principi variazionali. Equazioni di Van de Waals e costruzione di Maxwell. Transizioni di fase e diagramma di fase.[Bibliografia: 1) *Statistical Mechanics of Lattice Systems: A Concrete Mathematical Introduction* - S. Friedli and Y. Velenik 2) *Termodinamica* - E. Fermi]

**Gas di Lorentz:** Definizione del modello microscopico su reticolo. distribuzione di ostacoli. Dinamica microscopica. Scala macroscopica e osservabili macroscopiche. Caso di un modello semplificato con un solo tipo di ostacoli: esistenza del limite che definisce l'osservabile macroscopica. Ipotesi di caos iniziale e convergenza debole e forte della densità di probabilità nel limite macroscopico. Descrizione macroscopica dell'evoluzione in termini di evoluzione della densità di probabilità, per dati iniziali aleatori. Equazione lineare di Boltzmann. Derivazione rigorosa ed euristica. proprietà. Produzione di entropia. Reversibilità microscopica e irreversibilità macroscopica: sua origine.[Bibliografia: *Lezioni di Meccanica Statistica*- E.Presutti].

**Gas di Boltzmann:** Equazione non lineare di Boltzmann e sue proprietà, derivazione euristica. Stati di equilibrio e distribuzione di Maxwell. Entropia e irreversibilità. Principio variazionale dell'entropia (nella classe di soluzioni con numero di particelle e energia fissati). Entropia relativa. Termodinamica del gas di Boltzmann. Relazione tra entropia termodinamica e entropia di Shannon: principio di Boltzmann e connessione tra termodinamica e meccanica statistica. Relazione tra pressione termodinamica e pressione cinetica. Potenziali e relativi principi variazionali. Equazione di stato per il gas di Boltzmann. [Bibliografia: *Lezioni di Meccanica Statistica*- E.Presutti].

**Modelli interagenti: di Ising e Lattice gas:** Descrizione della fenomenologia fisica che questi modelli rappresentano e definizione dei due modelli matematici. Relazione tra i due modelli. Estensione ai modelli interagenti dei principi variazionali ricavati per l'equazione di Boltzmann e misure di equilibrio, ensembles statistici: microcanonico, canonico e gran canonico. Misura di Gibbs a volume finito e funzione di partizione. Pressione. Limite termodinamico della pressione (in due passi: prima per una successione di cubi e poi per una successione di Van Hove). Termodinamica del modello di Ising. Energia libera gran canonica come trasformata di Legendre del potenziale pressione. Energia libera canonica. Cenni sull'equivalenza degli ensembles. Introduzione alle transizioni di fase.[Bibliografia: 1) *Lezioni di Meccanica Statistica*- E.Presutti. 2) *Statistical Mechanics of Lattice Systems: A Concrete Mathematical Introduction* - S. Friedli and Y. Velenik]

**Modello di Curie-Weiss:** Definizione del modello, funzione di partizione gran canonica e canonica. Non-equivalenza degli ensembles, e loro accordo attraverso la costruzione di Maxwell. Transizioni di fase e non analiticità dell'energia libera e della pressione. [Bibliografia: 1) *Lezioni di Meccanica Statistica*- E.Presutti. 2) *Statistical Mechanics of Lattice Systems: A Concrete Mathematical Introduction* - S. Friedli and Y. Velenik 3) *Scaling limits in Statistical Mechanics and microstructures in Continuum Mechanics*- E.Presutti.]

**Modello Ising  $d = 1$ :** Matrice di trasferimento e calcolo della pressione. Analiticità della pressione e assenza di transizioni di fase. Calcolo del valore atteso dello spin in zero, rispetto alla misura di Gibbs a volume finito, e del limite quando il volume va a infinito. [Bibliografia: 1) *Lezioni di Meccanica Statistica*- E.Presutti. 2) *Statistical Mechanics of Lattice Systems: A Concrete Mathematical Introduction* - S. Friedli and Y. Velenik]

**Modello di Ising  $d \geq 2$ :** Definizione di stati di Gibbs (limite termodinamico). Definizione di transizione di fase in termini di stati di Gibbs. Disuguaglianze GKS E FKG (senza dimostrazione) e loro conseguenze. Esistenza degli stati  $+$  e  $-$  e loro invarianza per traslazione. Equivalenza tra assenza di magnetizzazione spontanea e assenza di transizione di fase. Rappresentazione del modello a  $d = 2$  a basse temperature e argomento di Peierls e transizione di fase. Rappresentazione ad alte temperature del modello a  $d \geq 1$  e assenza di transizione di fase ad alte temperature (e a qualunque temperatura se  $d = 1$ ). Equivalenza delle due definizioni di transizione di fase (senza dimostrazione) Conclusioni: Diagramma di fase per il modello di Ising. Cenni sulle misure DLR. [Bibliografia: 1) *Lezioni di Meccanica Statistica*- E.Presutti. 2) *Statistical Mechanics of Lattice Systems: A Concrete Mathematical Introduction* - S. Friedli and Y. Velenik 3) *Appunti Di Meccanica Statistica*- R. Marra]

### Bibliografia essenziale:

- *Lezioni di Meccanica Statistica*- E.Presutti. (pag. 1-80)
- *Statistical Mechanics of Lattice Systems: A Concrete Mathematical Introduction* - S. Friedli and Y. Velenik (pag 1-127)

### Altri testi

- *Scaling limits in Statistical Mechanics and microstructures in Continuum Mechanics*- E.Presutti.
- *Complementi ed esercizi per il corso di Modelli matematici dei Sistemi Macroscopici* - Anna De Masi
- *Appunti Di Meccanica Statistica*- R. Marra
- *Termodinamica* - E. Fermi