



# Il modello di Ising

Simulazione di Materia Condensata e Biosistemi

Filippo Negrini (Matricola: 47127A)



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO



# Table of Contents

## 1 Introduzione

► Introduzione

► Metodi numerici



# Hamiltoniana

## 1 Introduzione

$$H = -J \sum_{\langle i,j \rangle} \sigma_i \sigma_j - h \sum_i \sigma_i$$

- ◇ Interazione fra primi vicini
- ◇ Accoppiamento con un campo esterno



Modello di Ising 1D con condizioni periodiche.



# Modello di Ising 1D

## 1 Introduzione

- ◇ Teoria di campo medio
- ◇ Sistema presenta una transizione di fase a  $T_c \neq 0$

$$m = \tanh [\beta (h + Jn_{nn}m)]$$

- ◇ Soluzione analitica
- ◇ Sistema disordinato per ogni  $T \neq 0$  a campo esterno nullo

$$m = \frac{\sinh(\beta h)}{\sqrt{e^{-4\beta J} + \sinh^2(\beta h)}}$$

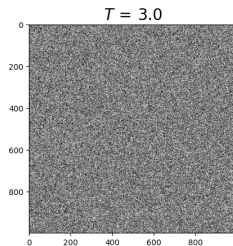
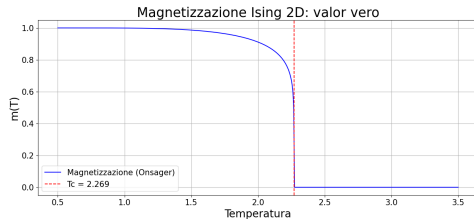


# Modello di Ising 2D

## 1 Introduzione

- ◇ Soluzione analitica per  $h \neq 0$
- ◇ Sistema presenta una transizione di fase a  $T_c \neq 0$

$$m(\beta, h = 0) = \begin{cases} \left[ 1 - \frac{1}{\sinh^4(2\beta J)} \right]^{\frac{1}{8}} & T < T_c \\ 0 & T > T_c \end{cases}$$





# Table of Contents

## 2 Metodi numerici

► Introduzione

► Metodi numerici

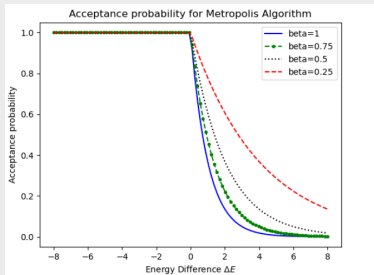


# Metropolis vs Wolff

## 2 Metodi numerici

### Metropolis

- ◇ Tentata inversione di un singolo spin
- ◇  $A(\nu | \mu) = \min [1, e^{-\beta(E_\nu - E_\mu)}]$
- ◇ Ottimo per  $T \ll T_c$  oppure  $T \gg T_c$



### Wolff

- ◇ Algoritmo di clustering
- ◇  $P_{add} = 1 - \exp(-2\beta J)$
- ◇ Ottimo per  $T \simeq T_c$

