

11

1. 温度 $T=1.0$ ($\beta=1.0$) 时的平衡态模拟

总能量平均值: -757.43

总自旋平均值: -399.05

2. 设定不同的随机数种子检验平衡态总自旋

种子 10 的总自旋平均值: -399.05

种子 20 的总自旋平均值: -399.08

种子 30 的总自旋平均值: 398.95

3. 变化逆温度 β 在 $[1.0, 0.1]$ 之间

逆温度 1.0: 总能量 = -757.43, 总自旋绝对值 = 399.05

逆温度 0.9: 总能量 = -754.51, 总自旋绝对值 = 398.00

逆温度 0.8: 总能量 = -748.95, 总自旋绝对值 = 396.02

逆温度 0.7: 总能量 = -735.50, 总自旋绝对值 = 390.88

逆温度 0.6: 总能量 = -704.55, 总自旋绝对值 = 377.01

逆温度 0.5: 总能量 = -606.87, 总自旋绝对值 = 303.69

逆温度 0.4: 总能量 = -397.89, 总自旋绝对值 = 1.75

逆温度 0.3: 总能量 = -264.40, 总自旋绝对值 = 0.97

逆温度 0.2: 总能量 = -161.24, 总自旋绝对值 = 1.33

逆温度 0.1: 总能量 = -76.17, 总自旋绝对值 = 0.10

系统平衡态

在逆温度 $\beta = 1.0$ 的条件下, 系统处于相变临界点之下。此时系统倾向于自发对称破缺, 大量格点会自发地对齐到同一个方向。因此, 平衡态下的总能量会表现出较大的负值(高度有序), 而总自旋会接近于系统的理论最大值或最小值。

关于随机数种子的影响

设定不同的随机数种子时, 平衡态的总自旋绝对值基本保持不变, 但其符号可能会发生反转。这是因为系统在演化初期, 局部的微小涨落决定了整个系统最终是整体向上还是整体向下对齐。这正体现了自发对称破缺的物理本质: 两个相反方向的极化态具有完全相同的能量, 最终落入哪一个状态完全取决于初始的随机微扰。

关于逆温度变化的物理意义

当逆温度 β 从 1 逐渐减小至 0.1 时, 实际上代表着系统的温度从 1.0 上升到了 10.0。在此过程中可以观察到两个明显的物理现象: 首先, 系统的总能量逐渐增加并趋近于零, 表明格点间的相互作用被剧烈的热运动所掩盖; 其次, 总自旋的绝对值会发生锐减, 最终在高温下波动于零附近。这清晰地展示了系统从低温下的铁磁有序相, 经过相变, 转变为高温下的顺磁无序相的过程。

