بسم الله الرحمن الرحیم

جلسه ۷ ۱۴۰۱/۷/۱۹

ادامه بحث نقشه راه درس

۵) چه چیزهایی در درس پدیده‌های بحرانی و نظریه میدان‌های آماری یاد خواهیم گرفت.

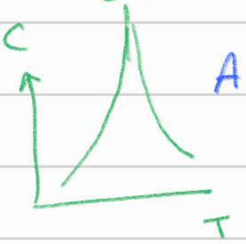
☆ Phase

☆ Phase Transition

☆ Type of Phase Transition → Ehrenfest Classification

Bose-Einstein ← Condensate C

دقیق‌تر بگیم



ناپیوستگی

According to the Discontinuity of n^{th} Derivative of free Energy with Respect External Parameter

Independent Parameter

$C = \frac{\partial U}{\partial T} = \frac{\partial^2 f}{\partial T^2}$ P, V, T, E, H

☆ Recall: Dependent and Independent Parameters

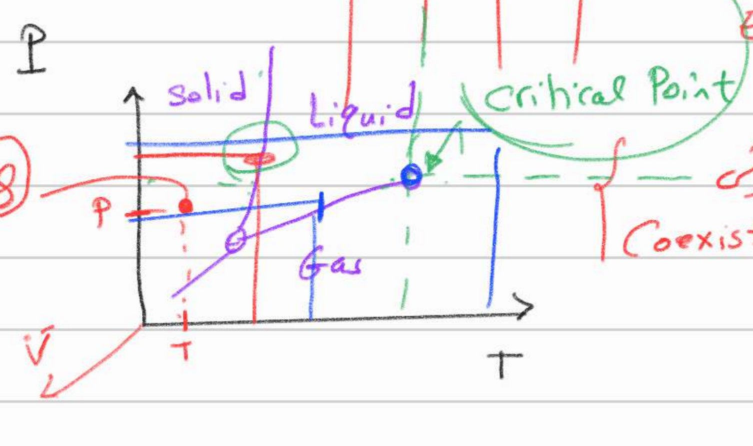
وابسته مستقل

$T(\vec{r}, t) \rightarrow (1+4)$ - Dimensional field

x	y	z	t	T : temperature

$E = -\frac{\partial F}{\partial H} = M$

Phase Diagram (3)



همزیستی

Coexistency

بلند برد شدن طول همبستگی در گذار فاز مرتبه دوم

آن دسته از ویژگی های برای ما اهمیت پیدا کنند (در نزدیکی نقطه بحرانی در خود نقطه بحرانی)

که اصطلاحا طول موج بلند برد دارند

خود مشابهی

Self-similarity

Universality

جهان شمولی

ξ

$\downarrow$

Correlation length scale of order Paramete

$\boxed{a \ll \xi \ll L}$ اندازه سیستم

محدود

$\lim \xi \to \infty \sim L$

$T \to T_{critical} = T_c \qquad \left[t = \frac{T - T_c}{T_c} \right]$

$\left[h = \frac{H - H_c}{H_c} \right]$

$$K = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\lim K \ll \frac{2\pi}{\Lambda} < \frac{2\pi}{a}$$

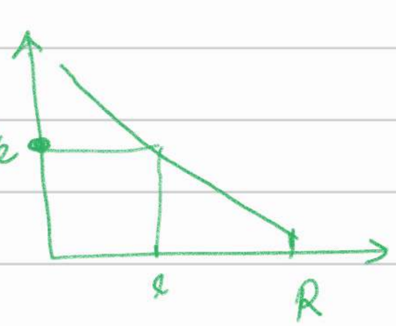
$t \to 0$

$G(S_i S_j)$

$\downarrow$

$$C_{ij} = \langle S_i \, S_j \rangle \sim |r_i - r_j|^{-\xi} = e^{-R/\xi}$$

R^{-J}



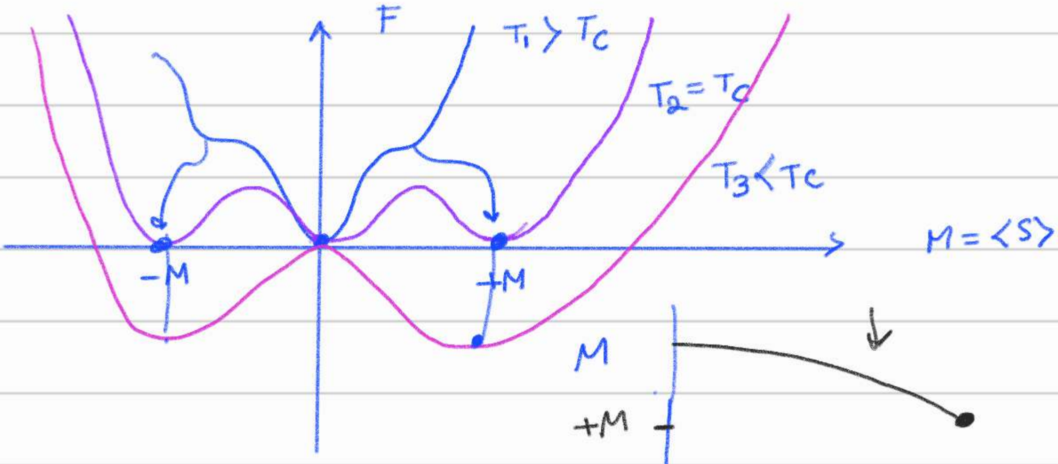
$$\mathcal{H} = -\sum J_{ij} \, S_i S_j$$

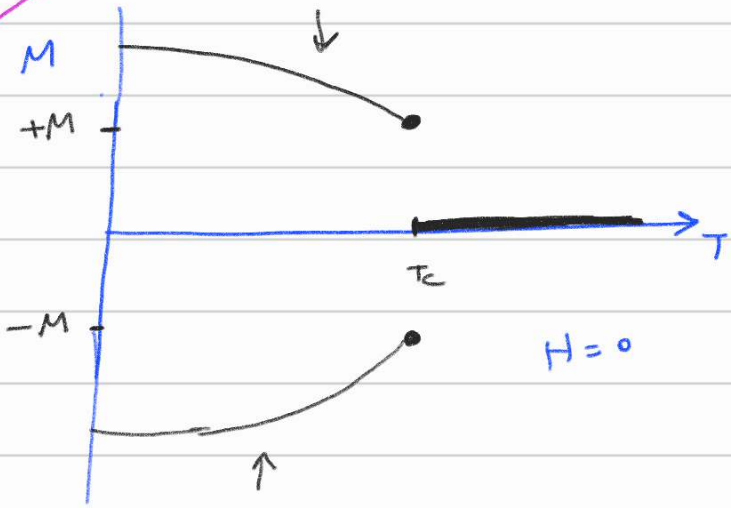
$J > 0 \longrightarrow$ ferromagnetism

$J < 0 \longrightarrow$ Anti-ferromagnetic

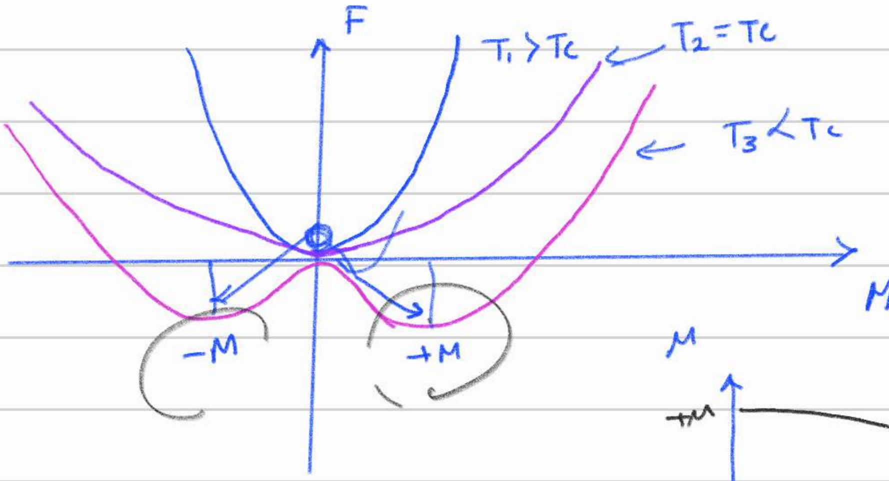
$$\left[\frac{\epsilon}{r^6} + \frac{\sigma}{r^{12}} \right]$$

Ex: First order phase Transition

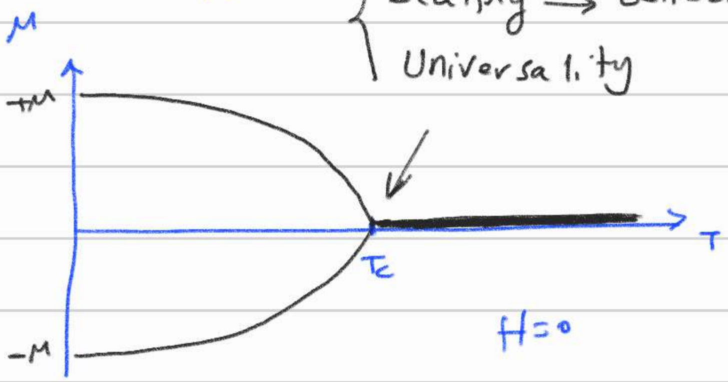




Second order Phase Transition

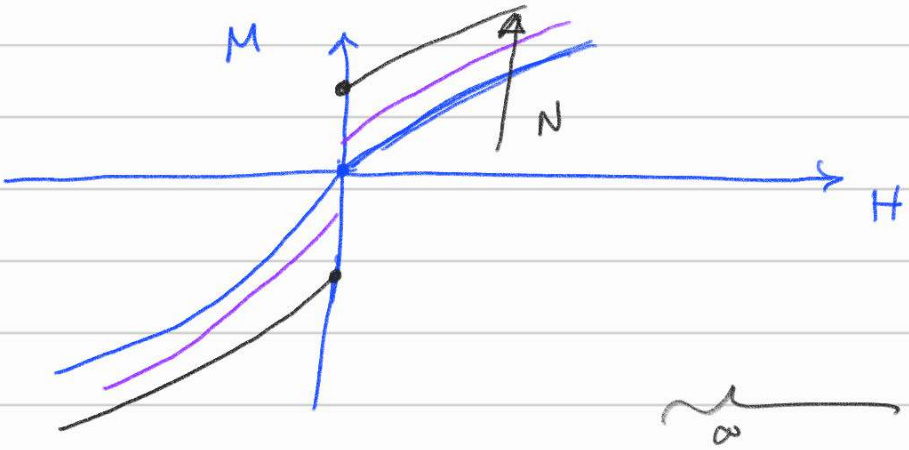


$\left\{ \begin{array}{l} \text{Scaling} \rightarrow \text{Self-Similarity} \\ \text{Universality} \end{array} \right.$



☆ Why do a phase transition occure at all ?

☆ Thermodynamical limit and phase Transition



$T < T_c$

if $H = 0$ $M = 0$
$T < T_c$

Ex $$\frac{1}{1-x} = \sum_{n=0}^{\infty} x^n$$

$x = 1$

$M = \langle s \rangle$

$$\lim_{N\to\infty} \lim_{H\to 0} \frac{1}{N} \frac{\partial F}{\partial H}\bigg|_{T<T_c} = 0$$

$$\lim_{H\to 0} \lim_{N\to\infty} \frac{1}{N} \frac{\partial F}{\partial H}\bigg|_{T<T_c} \neq 0$$

☆ Spontaneous symmetry breaking

$$\mathcal{H}(H, T, \{S\}) = \mathcal{H}(-H, T, \{-S\})$$

☆

Z_2 - Symmetry

Time - Reversal

$$Z(-H, T, J) = Z(H, T, J)$$

$$F(-H, T, J) = F(H, T, J)$$

$$M(H) = -M(-H) \longrightarrow M = 0$$

☆ Scale Invariant behavior

☆ Universality

☆ Critical Exponents — نماهای بحرانی

☆ Mean field Theory $\longleftrightarrow$ Ginzburg Criteria

☆ Effective theory

☆ $\mathcal{H} = \sum_n K_n \, \theta_n$ $\longrightarrow$ Dynamical degree of freedom

$\downarrow$ coupling constants

مثال

$$K_1 \equiv J \qquad K_2 \equiv H$$

$$\theta_1 = \sum_i S_i$$

$$\theta_2 = \sum_{ij} S_i S_j$$

$$[K] \longrightarrow [K'] = R[K]$$

نقطه بحرانی $\quad [K^*] = R[K^*] \longrightarrow$

☆ β-function $\longrightarrow$ fixed Points

☆ Real and fourier Spaces RG

☆ Perturbative RG and feynman Diagram

☆ Operator – product – Expansion (OPE)