

К теории фазовых переходов в классической статистической физике. Решённые и пока нерешённые проблемы

А. Ю. Захаров

Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого,
Великий Новгород, Россия
тел: +7(905) 291-24-13, эл. почта: anatoly.zakharov@novsu.ru

Проблема количественного и качественного описания фазовых переходов является одной из наиболее важных и интересных проблем физики. Несмотря на колоссальные усилия нескольких поколений физиков, проблема остаётся нерешённой. За прошедшие десятилетия достигнуто немало выдающихся результатов в теории фазовых переходов, создано много мифов, появилось (и отчасти рассеялось) много правдоподобных и фантастических гипотез. К настоящему моменту остаётся неясным даже, возможно ли вообще построение какой-либо общей теории фазовых переходов исходя из "первых принципов".

Основные этапы развития теории фазовых переходов:

1. Joseph Black (1728–1799), 1757, открытие теплоты плавления и паробразования.
2. Феноменологический подход, основанный на термодинамике: J.W. Gibbs, Гиббс, J.D. van der Waals, H.W. Bakhuis Roozeboom, P. Ehrenfest, Л.Д. Ландау.
3. Среднеполевые микроскопические теории: P. Weiss, А.А. Власов, В.Л. Гинзбург–Л.Д. Ландау.
4. Точно решаемые модели: W. Lenz–E. Ising, L. Onsager, R. Baxter, Т.Н. Берлин–М. Кас, М. Кас–G.E. Uhlenbeck–P.C. Hemmer.
5. ББГКИ–цепочка и принцип ослабления корреляций.
6. Производящий функционал и концепция квазисредних: М.А. Леонтович и Н.Н. Боголюбов.
7. Метод ренорм–группы: L.P. Kadanoff, K. Wilson.

Принципиальные проблемы:

- I. Проблема эквивалентности ансамблей: фазовые переходы в конечных системах (D. Gross); метастабильные состояния; неэкстенсивная термодинамика (C. Tsallis).
- II. Некатастрофичные межатомные потенциалы (M.E. Fisher–D. Ruelle) и статус приближения среднего поля.
- III. Проблема получения априорных оценок в классической статистической физике.

IV. Некоторые ошибки, заблуждения и сомнения в теории фазовых переходов.