

## КРИТИЧЕСКАЯ ТОЧКА В КОМПЛЕКСНОЙ ПЛАЗМЕ

С. А. Храпак и Г. Е. Морфилл

*Max-Planck-Institut fuer extraterrestrische Physik, D-85741 Garching, Germany*

Наличие фазового перехода типа жидкость – пар, а также возможное существование критической точки в комплексной (пылевой) плазме – системе состоящей из заряженных микрочастиц на фоне нейтрализующего плазменного фона – исследованы теоретически. Анализ основных межчастичных взаимодействий в изотропной плазме показывает, что потенциал взаимодействия качественно похоже на взаимодействие между атомами обычных газов, т.е., отталкивающий на малых расстояниях и притягивающий на больших расстояниях. Причиной дальнедействующего притяжения является “сила ионного затемнения”, существование которой было предсказано ранее Игнатовым и Цытовичем. Эта сила представляет собой силу ионного увлечения в потоке ионов направленном на поверхность пробной частицы и действует на соседние с ней частицы.

Качественная схожесть во взаимодействиях по сравнению с обычными газами указывает на то, что в комплексной плазме следует ожидать фазовых переходов типа жидкость – газ, а также должна существовать и критическая точка. Существует, однако, существенное различие. Характеристики потенциала (величина потенциала в минимуме и положение этого минимума) в комплексной плазме не фиксированы, а зависят от целого набора параметров системы. Вопрос, следовательно, заключается в том, может ли критическая точка возникать для реальных параметров плазмы, т.е., является ли она наблюдаемым явлением?

В данном докладе представлены результаты оценок межчастичного потенциала взаимодействия, использующие недавний прогресс в понимании основных процессов в пылевой плазме, в особенности касающийся силы ионного увлечения и процесса зарядки частиц в изотропной плазме. Эти оценки, в сочетании с методом оценки критических параметров, позволяют сделать важный вывод о том, что критическая точка может существовать для параметров плазмы реально достижимых в экспериментах. Основными требованиями являются малые давления и слабость внешнего удержания, которым можно удовлетворить в условиях микрогравитации. Этот результат может стимулировать новое направление исследований – кинетические исследования вблизи критической точки.

## Critical point in complex plasmas

S. A. Khrapak and G. E. Morfill

*Max-Planck-Institut fuer extraterrestrische Physik, D-85741 Garching, Germany*

The occurrence of liquid-vapor phase transition and possible existence of a critical point in complex plasmas -- systems that consist of charged micrograins in a neutralizing plasma background -- is investigated theoretically. An analysis of basic grain-grain interactions in an isotropic plasma shows that the interaction potential is qualitatively similar to that in conventional gases, i.e., it is repulsive at short distances and attractive for larger distances. The origin of the long-range attraction is the "ion shadowing force" predicted earlier by Ignatov and Tsytovich. This force basically represents the ion drag force in the ion flow directed to the surface of a given grain and acts on the neighboring grains.

The qualitative similarities in the interaction compared to conventional gases indicate that complex plasmas can exhibit a liquid-vapor phase transition and the critical point exists. There is however an important difference: The characteristics of the potential (i.e., the depth of the potential well and the distance at which minimum in the potential occurs) are not fixed, but depend on a variety of system parameters. The question is, therefore, whether the critical point can occur for realistic plasma parameters, i.e., whether it is observable?

In the talk we report the estimates of the grain-grain interaction potential, which are based on recent progresses in the understanding of basic processes in complex plasmas, especially the ion drag force, and grain charging process in isotropic plasmas. These estimates, combined with the accurate procedure to estimate critical parameters, lead us to an important conclusion that critical point should exist in complex plasmas under conditions attainable by experiments. The main requirements are low discharge pressures and weak confinement, which can be met in complex plasmas under weightless conditions. This finding can stimulate a new direction of research -- kinetic investigations near the critical point.