Неконгруэнтные фазовые переходы в плазме ЗЕМНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

И.Л. Иосилевский

Объединенный Институт Высоких Температур РАН,
Московский физико-технический институт (ГУ), Москва, Россия, ilios@orc.ru

Обсуждаются неконгруэнтные фазовые переходы (НКФП), как наиболее общий тип фазовых превращений в плазме смесей и продуктов высокотемпературного разложения химических соединений (компаундов). Подчеркивается ключевая роль условий фазового равновесия в многокомпонентной смеси в форме условий Гиббса - Гуггенхейма равенства обобщенных электрохимических потенциалов всех компонент плазмы в сосуществующих фазах. Анализируется важная роль (априори неравных) средних электростатических потенциалов в обеих фазах и связанного с ними скачка потенциала на межфазной границе (т. наз. потенциала Гальвани) и его взаимосвязь с параметрами неконгруэнтности в плазменных системах. Рассмотрено несколько примеров реализации неконгруэнтного сценария фазового перехода в кулоновских системах. Базой для сравнения взят изученный ранее пример неконгруэнтного испарения в химически активной плазме продуктов высокотемпературного (экстремального) нагрева важного компаунда ядерной энергетики – диоксида урана [1-3]. Как прототип неконгруэнтного испарения в сплавах металлов рассмотрен переход типа газ-жидкость с верхней критической точкой в безассоциативной модифицированной кулоновской модели бинарной ионной смеси на однородно-сжимаемомфоне электронного газа /BIM(~)/ [4] (BIM – binary ionic mixture). Также обсуждается неконгруэнтность гипотетических “плазменного” (PPT [5, 6] и др.) и “диссоциативного” (DPT [7, 8]) фазовых переходов в гелий-водородной плазме недр Юпитера, Сатурна и коричневых карликов. Другим примером является неконгруэнтное испарение в высокотемпературном диоксиде кремния – химически активной плазменной системе, важной для земных и космических приложений [9]. Как пример взаимосвязи с электростатикой межфазных границ обсуждается гипотетическая неконгруэнтность фазовых переходов в пылевой и коллоидной плазме [10]. Наконец, как одни из наиболее экзотических среди множества реализаций НКФП обсуждаются неонгруэнтные фазовые переходы в сверхплотной ядерной плазме ультравысоких плотностей энергии - переход газ-жидкость в плазме протонов, нейтронов и ядер, и т. наз. кварк-адронный переход из адронного вещества в кварк-глюонную плазму [11, 12].

Литература

1. Иосилевский И.Л., Грязнов В.К. и др. Известия РАН. ”Энергетика”, 2011, N 5, 115.
2. Iosilevskiy I., Gryaznov V., et al., Contributions in Plasma Physics, 2003, 43, N 5-6, 316.
3. Ronchi C., Iosilevskiy I., Yakub E., Eq. of State of Uranium Dioxide / Springer, Berlin, 2004.
4. Иосилевский И.Л. Эффекты неидеальности в низкотемпературной плазме, Энциклопедия низкотемпературной плазмы, Том III-1 / Ред. А.Н. Старостин и И.Л. Иосилевский / М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004, сс.349-428.
5. Норман Г.Э., Старостин А.Н., ТВТ, 1968, 6, 410.
6. Schlanges M., Bonitz M, Tschetschjan A. Contrib. Plasma Phys. 1995, 35 109.
7. Morales M.A., Pierleoni C. et al. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 2010, 107, 12799.
8. Gryaznov V., Iosilevskiy I. // J. Phys. A: Math. Theor. 2009, 42, 214007.
9. Iosilevskiy I., Gryaznov V., Solov’ev A., High Temp.-High Pressure, 2014, 43, 227.
10. Иосилевский И.Л., Мартынова И.А., Известия Института Инж. Физики, 2014, N3, 39.
11. Iosilevskiy I. // Acta Physica Polonica B (Proc. Suppl.) 2010, 3 589.
12. Hempel M., Dexheimer V., Schramm S., Iosilevskiy I., Phys. Rev. C, 2013, 88, 014906.