Линия единичного фактора сжимаемости в низкотемпературной плазме [[1]](#footnote-1)\*)

Апфельбаум Е.М.

ОИВТ РАН, Москва, Россия, [apfel\_e@mail.ru](mailto:apfel_e@mail.ru)

Законы подобия уже более века являются одними из методов исследования фазовой диаграммы газов и жидкостей [1]. К ним относятся, например, принцип соответственных состояний или закон прямолинейного диаметра бинодали [1,2], хорошо известные с 19 века, но обладающие ограниченной областью применимости. Большей областью применимости обладают соотношения подобия, связанные с линией единичного фактора сжимаемости [3]. Последняя представляет собой контур на фазовой плоскости вдоль которого давление изучаемой системы совпадает с давлением идеального газа, т. е. вдоль этого контура для любой однокомпонентной системы фактор сжимаемости равен Z=1 (как обычно Z=P/(nT), где P - давление, n- концентрация частиц, Е - температура в единицах энергии). Такой контур может быть рассмотрен в различных координатах - n-P, n-T, T-P - но, именно в координатах n-T линия Z=1 оказывается прямой при всех значениях плотности от нуля до линии плавления. Изначально такая универсальная форма была получена для уравнения Ван дер Ваальса. Но позже оказалось, что она сохраняется и для веществ, которые описываются совсем иными уравнениями состояния (УРС). Так в базе данных NIST [4] сейчас собраны данные и построены УРС для ~ 150 веществ. И лишь у десятка из них она непрямая [3]. Такая универсальность позволила найти новые соотношения подобия для целого ряда газов и жидкостей, а также металлов в жидкой фазе [5].

Всё выше сказанное относилось к системам, не содержащих заряженных компонент, при сравнительно низких температурах. Поэтому представляет интерес посмотреть на поведение контура Z =1 для низкотемпературной плазмы металлов. Для последних ранее как нами, так и другими авторами был разработан ряд химических моделей, надёжно описывающих их термодинамику в диапазоне 10-100 кК и плотностей ниже критической (см. [6,7] и ссылки там). В настоящем исследовании мы применили разработанные ранее химические модели для построения контура Z=1 в указанной области для ряда металлов. Было обнаружено, что здесь форма контура теряет свою универсальность, но есть некоторые общие закономерности, следующие из разложений для кулоновской компоненты по параметру неидеальности [8].

Литература

1. Балеску Р. Равновесная и неравновесная статистическая механика. М.:Мир, 1978.
2. Смирнов Б. М., УФН 2001. Т. 171, С. 1291.
3. Apfelbaum E, M., Vorob'ev V. S., Int J Thermophys 2020, V.41:8.
4. Lemmon, E. W.; Bell, I. H.; Huber, M. L.; McLinden, M. O. NIST standard reference database 23: Reference fluid thermodynamic and transport properties-REFPROP, Version 10.0 National Institute of Standards and Technology, 2018.
5. Apfelbaum E. M., J. Phys Chem B, 2022, V. 126, P. 2912.
6. Apfelbaum E. M., Phys. Plasmas, 2020, V. 27, 042706.
7. Apfelbaum E. M., Физика Плазмы, 2022, Т. 48, С. 937.
8. Веденов А.А., Ларкин А. И. ЖЭТФ, 1959, Т. 36, С. 1133.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/Lt/en/EA-Apfelbaum_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)