Расчёт теплофизических свойств низкотемпературной плазмы свинца [[1]](#footnote-1)\*)

Апфельбаум Е.М.

ОИВТ РАН, Москва, Россия, apfel\_e@mail.ru

Различные теплофизические свойства плазмы (уравнение состояния и электронные коэффициенты переноса) играют важную роль в различных фундаментальных и прикладных задачах. Изучение этих свойств для низкотемпературной плазмы металлов или полупроводников представляет собой особую сложность, так как, в отличие от газов, эта плазма находится при сравнительно высоких температурах (выше 5 кК), где сложно провести эксперимент. Для теоретических моделей также возникает ряд проблем, особенно при повышении плотности даже до 0.1 от значения при нормальных условиях, когда существенным становится межчастичное взаимодействие между частицами [1]. В последние годы для ряда металлов и полупроводников появились новые данные как измерений, так и расчётов [2], которые частично восполняют этот пробел. Для свинца, однако, подобных данных не было до самого недавнего времени, хотя этот металл играет большую роль в различных технологиях [3].

Измерения и расчёты при высоких температурах (>10 кК) для этого элемента проводились до сих пор при сравнительно высоких плотностях [3,4], в лучшем случае выше критической (последняя оценивается как ~ 3 г/см3, нормальная же плотность свинца 11.34 г/см3). Для условий же более низких плотностях в литературе была лишь одна публикация, касающаяся только электропроводности и теплопроводности [5]. По термодинамическим свойствам данные отсутствовали. Поэтому, очевидно, следует заполнить этот пробел, т.е. посчитать изучаемые свойства при плотностях менее 3 г/см3 и температурах 10-100 кК, что и является целью настоящей работы.

Ранее нами была разработана модель расчёта изучаемых свойств различных элементов (см. [6] и ссылки там). В данной работе эта модель была модифицирована для применения её к низкотемпературной частично-ионизованной плазме свинца при указанных выше параметрах [7]. Использовался химический подход, что позволило получить термодинамику и ионный состав рассматриваемого вещества при заданной плотности и температуре. Приближение времени релаксации, в свою очередь, при известном составе позволило рассчитать коэффициенты переноса. Заметим, что в конце прошлого года появились первые данные измерений давления внутренней энергии и электропроводности в интересующем нас диапазоне параметров [8]. Наши результаты оказались в хорошем согласии с этими новыми экспериментальными данными.

Литература

1. Fortov V. E., Yakubov I. T. Physics of Non-Ideal Plasmas. Hemisphere Publishing, New York, 1990.
2. Clerouin J., Noiret P. et. al., Phys. Plasmas, (2012) V. 19, 082702.
3. Tahir N. A., Deutsch C. et. al., Phys. Rev. Lett. (2005) V. 95. 035001.
4. Piron R., Blenski T., Phys. Rev. E (2011) V. 83. 026403.
5. Ebeling W., Fцrster A., Fortov V. E., Gryaznov V. K., Polishuk A. Y. Thermophysical Properties of Hot Dense Plasmas. B. G. Teubner Verlagsgesellshaft, Stuttgart, 1991.
6. Apfelbaum E. M., Phys. Plasmas, (2018) V. 25, 072703.
7. Apfelbaum E. M., Contrib. Plasma Phys., (2019) V. 59 e201800148.
8. Кондратьев А. М., Коробенко В. Н., Рахель А. Д. ЖЭТФ, (2018) Т. 154, 1168.
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/Lt/en/ED-Apfelbaum_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)