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

Апфельбаум Е.М.

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

При решении различных фундаментальных и прикладных задач физики плазмы, возникающих в процессах электровзрыва проводников или взаимодействия излучения или потоков частиц с веществом необходимо знание теплофизических величин или свойств таких как уравнение состояния и электронные коэффициенты переноса. Их изучение представляет особую сложность при повышенных температурах, и в частности, для низкотемпературной плазмы металлов или полупроводников. В этом состоянии температура вещества - металла или проводника - как правило, превышает 5 кК, что приводит к естественным сложностям в проведении измерений. В теоретических исследованиях и расчётах так же возникают свои сложности. Они связаны с тем, что при повышении плотности даже до 0.1 от значения при нормальных условиях межчастичное взаимодействие между частицами становится существенным и его уже сложно учесть в рамках приближённых моделей [1]. Тем не менее, в последние годы для ряда металлов и полупроводников появились новые данные как измерений, так и расчётов [2,3], которые частично восполняют этот пробел. Но для галлия соответствующие аналогичные данные в области низкотемпературной плазмы практически отсутствуют [4].

Галлий плавится практически в руках - его температура плавления составляет 303 K. Поэтому различные свойства жидкого галлия очень хорошо изучены и, например, существуют даже достаточно точные многофазные уравнения состояния [5]. Однако область их применения ограничена лишь 2000 К. При более высоких температурах есть лишь ударно-волновые измерения и специально проведенные для них расчёты из первых принципов [6]. Область этих исследований достигает 10 кК, но по плотности они ограничены снизу 5.5 г/см3 (нормальная плотность галлия 5.905 г/см3). Есть также спектроскопические измерения при 100 кК и выше. Однако в диапазоне плотностей < 5.5 г/см3 и температур 10 -100 кК какие-либо данные по теплофизическим свойствам отсутствовали до недавнего времени [4]. Заполнить этот пробел - цель данной работы.

Ранее для расчёта термодинамических величин (давление, внутренняя энергия) и электронных коэффициентов переноса (электропроводность, теплопроводность и термоэдс) нами была разработана соответствующая модель, которая успешно применялась для ряда металлов и полупроводников [7,8]. Она построена на химическом подходе и приближении времени релаксации (см. детали в [4]). В данной работе эта модель была модифицирована и применена для расчёта упомянутых выше величин в низкотемпературной плазме галлия.

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. Кондратьев А. М., Коробенко В. Н., Рахель А. Д. ЖЭТФ, (2018) Т. 154, 1168.
4. Apfelbaum E. M., Phys. Plasmas, (2020) V. 27, 042706.
5. Golyshev A. A., Molodets A. M., J. Phys.: Conf. Ser. (2014) V.500, 182013.
6. Sheppard D., Mazevet S. et. al., Phys. Rev. E (2015) V. 91, 063101.
7. Apfelbaum E. M., Phys. Plasmas, (2018) V. 25, 072703.
8. Apfelbaum E. M., Contrib. Plasma Phys., (2019) V. 59 e201800148.
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVIII/Lt/en/EA-Apfelbaum_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)