

Развитие приближения Вентцеля-Крамерса-Бриллюэна для ускорения метода дискретных диполей

К.Г. Инжеваткин

*Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН
Новосибирский государственный университет*

E-mail: k.inzhevatin@yandex.ru

DOI: 10.31868/RFL2020.221

Метод дискретных диполей (МДД) предназначен для моделирования рассеяния произвольных гармонических электромагнитных волн на частицах различной формы и внутренней структуры [1]. Отрицательной стороной МДД является значительное время вычислений, что усугубляется частыми требованиями большого количества запусков с различными параметрами рассеивателя. Последнее актуально при решении обратных задач (характеристика отдельной частицы по рассеянному полю), когда используется предварительно рассчитанная база данных индикатрис (до миллиона элементов). В биологических применениях МДД мы обычно имеем дело с большими оптически мягкими частицами, т.е. $|m - 1| \ll 1$ и $x \gg 1$, где m – относительный показатель преломления, $x = kR$ – размерный параметр, k – волновой вектор, R – радиус частицы. В связи с этим актуальна задача ускорения МДД для таких частиц. Наиболее трудоемкой частью МДД является решение системы линейных уравнений. Время работы зависит от начального электрического поля внутри частицы, и важно выбрать для него как можно более точный вариант среди тех, которые можно получить с небольшими дополнительными вычислениями.

Для решения данной задачи мы предлагаем модифицированное приближение Вентцеля-Крамерса-Бриллюэна (ВКБп). Оно учитывает не только фазовую задержку падающей волны в среде, но и преломление луча на границе рассеивателя. Цель – компенсировать ошибки порядка $x(m - 1)^2$, поскольку ошибки порядка $x(m - 1)$ устраняются стандартным ВКБ [2,3] а обработка ошибок порядка $(m - 1)$ потребует полной трассировки лучей. Наш теоретический анализ раскрывает масштабирование различных оптических явлений (преломление, отражение, фокусировка лучей) с m и x , что обосновывает алгоритм ВКБп (добавляются незначительные поправки). Первые результаты моделирования для шаров показывают, что ВКБп работает как задумано (с точки зрения масштабирования), и улучшает как точность внутренних полей, так и время моделирования МДД.

Литература

- [1]. Yurkin M.A., Hoekstra A.G. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*. 2007. Vol. 106, № 1–3. P. 558–589.
- [2]. Лопатин В.Н., Шепелевич Н.В. *Опт. и спектр.* 1996. Т. 81, № 1. С. 115–118.
- [3]. Klett J.D., Sutherland R.A. *Appl. Opt.*, АО. 1992. Vol. 31, № 3. P. 373–386.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук М.А. Юркин