

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ПЛАЗМОННОЙ МЕТАЛИНЗЫ НА ОСНОВЕ МЕТААТОМОВ ИЗ СЕРЕБРА: МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЛАЗМОННЫХ ЧАСТИЦ СО СВЕТОМ

Автор - И.А. Шалимов, МБОУ Новосильская СОШ, г. Новосиль.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., с.н.с., К.В. Барышникова, Университет ИТМО, г.
Санкт-Петербург.

Цель работы.

Разработка компьютерной программы для анализа свойств растяжимой плазмонной металинзы на основе метаатомов из серебра на этапе взаимодействия плазмонных частиц со светом.

Актуальность.

Металинза является одним из частных случаев метаматериалов. Металинза – это двумерная структура, представляющая собой массив метаатомов, искусственно созданных объектов располагающихся друг от друга на субволновых расстояниях. Она вытесняет классические выпуклые линзы из нашей жизни, позволяет миниатюризировать громоздкие оптические конструкции, структурами из металинз.

Использование металинзы не ограничивается видимым диапазоном. Рассчитав необходимые характеристики можно создать металинзу, работающую на других частотах электромагнитного излучения.

В настоящее время, активно продолжается развитие металинз. Каждый год получается придумывать всё новые применения, достигать всё лучших результатов по показателям эффективности, создавая металинзы из новых материалов, с различной поляризацией и свойствами. Концепция металинзы подходит не только для электромагнитных, но и для акустических волн. Существуют металинзы фокусирующие ультразвуковые частоты.

Благодаря своим уникальным свойствам, металинзы могут применяться в телекоммуникациях, в различных каналах связи для улучшения качества передачи данных.

Поэтому, разработка специализированного программного обеспечения, для расчёта свойств металинз становится уникальной и востребованной темой.

Ход работы.

Для написания программы был выбран язык программирования «С++», а также среда разработки «Visual Studio 2019». В ходе работы была изучена формула для построения электромагнитного поля одного диполя (формула 1), и по ней была написана первая версия программы, с возможностью графического вывода и выбора на какие оси делать проекцию. Так как метаатомы – металлические наночастицы – в некотором диапазоне длин волн могут вести себя как диполи, моделирование отдельного диполя показывает, как будет вести себя единичный метаатом. Первая версия программы могла создавать модель точечного диполя и строить его поле в дальней, средней, ближней зонах (рисунок 1). Затем программа была существенно улучшена. Была добавлена возможность ввода характеристик материала метаатома и частоты падающей волны, сильно доработан графический вывод и появилась возможность сохранения изображения в формате «bmp», что позволило построить модель интерференции падающей волны и индуцированного частицей поля (рисунок 2).

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \omega^2 \mu \mu_0 \vec{\mathbf{G}}(\mathbf{r}, \mathbf{r}_0) \boldsymbol{\mu} \quad (1)$$

Формула 1 – формула для построения электромагнитного поля диполя, где \mathbf{r} – радиус-вектор точки наблюдения, \mathbf{r}_0 – радиус-вектор положения точечного диполя, $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ – электрическое поле диполя, ω – циклическая частота, μ – магнитная проницаемость, μ_0 – магнитная постоянная, $\boldsymbol{\mu}$ – электрический дипольный момент (вектор), $\vec{\mathbf{G}}(\mathbf{r}, \mathbf{r}_0)$ – тензор функции Грина диполя в свободном пространстве.

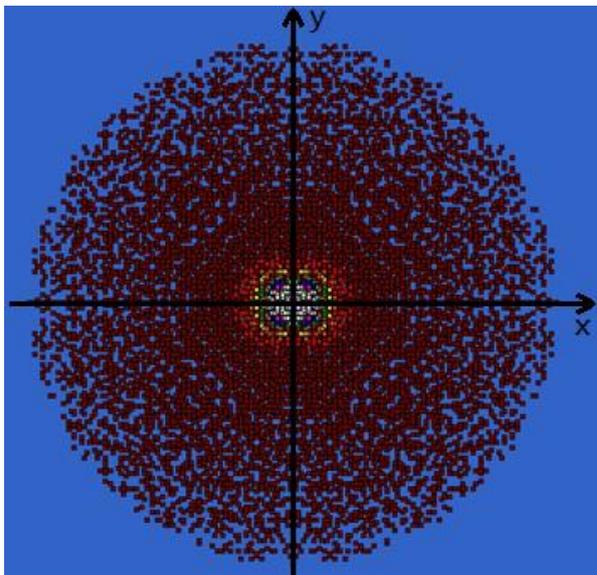


Рисунок 1 – Индуцированное поле диполя. Проекция на оси x,y. Диполь ориентирован по оси x.

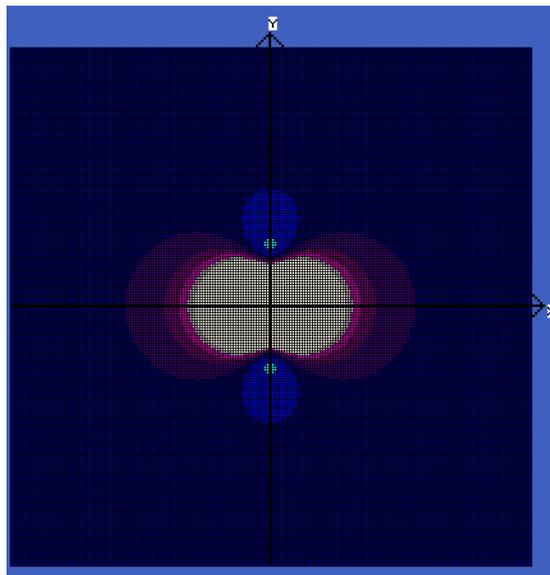


Рисунок 2 – результат интерференции падающей волны и индуцированного частицей поля, проекция на оси x, y. Диполь ориентирован по оси x. Вектор падающего поля ориентирован по оси x. Волновой вектор ориентирован по оси z.