2. *Чандрасекар С.* Стохастические проблемы в физике и астрономии. М.: ИЛ, 1947. С. 150–158.
3. *Звягин И. П.* Кинетические явления в неупорядоченных полупроводниках. М.: МГУ, 1984. 192 с.
4. *Брыксин В. В.* Частотная зависимость прыжковой проводимости в рамках метода эффективной среды для трехмерных систем // ФТП. 1980. Т. 22 № 8. С. 2441–2449.
5. *Chatterjea A., Hauser J. R.* The statistics of nearest neighbor impurity pair formation in semiconductors // J. Phys. Chem. Solids. 1976. V. 37. № 11. P. 1031–1035.
6. *Pickard D. K.* Isolated nearest neighbors // J. Appl. Probability 1982. V. 19, № 2. P. 444–449.
7. *Лаврик Н. Л., Волошин В. П.* О плотности вероятности распределения ближайших соседних молекул // ЖФХ. 1999. Т. 70. № 6. С. 1140–1142.
8. *Кога Т.* Введение в кинетическую теорию стохастических процессов в газах. М.: Наука, 1983. С. 181–186.
9. *Скороход А. В.* Вероятность вокруг нас. Киев: Наукова думка, 1980. 196 с.
10. *Поклонский Н. А., Лопатин С. Ю., Забродский А. Г.* Решеточная модель прыжковой проводимости по ближайшим соседям: применение к нейтронно-легированному Ge:Ga// ФТТ. 2000. Т. 42. № 3. С. 432–439.

ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА В СКАЛЯРНОМ И ТЕНЗОРНОМ ПОДХОДАХ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКИ

А. В. Новицкий

Скалярная функция эйконала в геометрической оптике впервые была рассмотрена в работах Гамильтона. Современная геометрическая оптика использует эйконал для решения ряда важных прикладных задач [1,2]. Используя векторные асимптотические приближения, можно исследовать поляризацию электромагнитных волн в неоднородных изотропных и анизотропных средах. В анизотропной среде геометрооптическое решение дается суперпозицией двух собственных волн, каждая из которых характеризуется своей поляризацией [1, с.233]. В то же время в ряде работ были разработаны методы геометрической оптики с тензорным эйконалом [3,4], применяющие ковариантные методы Федорова [5]. Эйкональное решение может быть записано для волн, распространяющихся в изотропных и анизотропных стратифицированных средах. Анализ состояния поляризации волны в зависимости от начальной ее поляризации облегчается эволюционной записью решения. Отметим также, что тензорное эйкональное решение не разбивается на собственные волны.

Рассмотрим распространение монохроматической электромагнитной волны в изотропной стратифицированной среде с диэлектрической ε(z) и магнитной μ(z) проницаемостями, где z – координата вдоль оси стратификации. Целью данной работы является нахождение эйкональных решений с использованием скалярного и тензорного формализмов и последующее сравнение их. Применяя методы скалярного эйконала [1, с. 217], записываем напряженность магнитного поля

$$\mathbf{H}^{(sc)}(\mathbf{r}) = \mathrm{e}^{\mathrm{i}k\varphi(z)}\left(\frac{\sqrt{\varepsilon}Y}{\sqrt[4]{\varepsilon\mu - \mathbf{b}^2}}\mathbf{a} + \frac{\sqrt[4]{\varepsilon\mu - \mathbf{b}^2}U}{\sqrt{\mu}}\left[\mathbf{b} \mp \frac{\mathbf{b}^2}{\sqrt{\varepsilon\mu - \mathbf{b}^2}}\mathbf{q}\right]\right), \quad (1)$$

где q – единичный вектор вдоль оси стратификации, b – вектор, лежащий в плоскости стратификации и в плоскости падения волны, a=b×q, φ(z) – скалярная функция эйконала, Y и U – величины, определяемые начальными условиями (в слое с координатой z_0), k – волновое число в вакууме.

Выражение (1) получено при условии $k\to\infty$, так что волновое число содержится только в фазовом множителе. Обобщенное тензорное решение можно найти в статьях [3,4]. Переходя к пределу $k\to\infty$ в указанном выше решении, записываем напряженность магнитного поля

$$\mathbf{H}^{(t)}(\mathbf{r}) = \mathrm{e}^{\mathrm{i}k\varphi(z)}\left(\frac{\sqrt{\varepsilon}Y}{\sqrt[4]{\varepsilon\mu - \mathbf{b}^2}}\mathbf{a} + p(z)\frac{\sqrt[4]{\varepsilon\mu - \mathbf{b}^2}U}{\sqrt{\mu(z_0)}}\left[\mathbf{b} \mp \frac{\mathbf{b}^2}{\sqrt{\varepsilon\mu - \mathbf{b}^2}}\mathbf{q}\right]\right), \quad (2)$$

где $p(z)$ – функция, явный вид которой мы не приводим (отметим только, что $p(z_0)=1$).

Таким образом, сравнивая решения (1) и (2), получаем, что

1) эйкональные решения, соответствующие волнам, поляризованным перпендикулярно плоскости падения (вдоль вектора a), в скалярном и тензорном геометрооптических приближениях совпадают;

2) решения, соответствующие волнам, поляризованным в плоскости падения, в указанных приближениях дают одинаковые направления векторов напряженности магнитного поля. В то же время интенсивности полей (1) и (2) оказываются разными. Интенсивности совпадают лишь в средах, однородных по магнитной проницаемости. Полученный результат может оказаться важен в связи с геометрооптическим описанием полей в магнитных тонких пленках.

Литература

1. *Кравцов Ю. А., Орлов Ю. И.* Геометрическая оптика неоднородных сред / М.: Наука, 1980. 304 с.
2. *Солимено С., Крозиньяни Б., Ди Порто П.* Дифракция и волноводное распространение оптического излучения / М.: Мир, 1989. 664 с.

3. *Barkovsky L. M. and Furs A. N.* Tensor eikonal approximations in asymptotic expansions for stratified media in the absence of commutation//Nonlinear Phenomena in Complex Systems. 1999. V. 2. № 3. P. 61–71.
4. *Barkovsky L. M. and Furs A. N.* Eikonal groups of photon and phonon propagators in one-dimensional structures // J. Phys.A: Math. Gen. 2000. V. 33. P. 3241–51.
5. *Федоров Ф. И.* Теория гиротропии / М.: Наука, 1976. 456 с.

ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА ОДНОСЛОЙНЫХ НАНОТРУБОК В ПРИБЛИЖЕНИИ СИЛЬНОЙ СВЯЗИ

С. Л. Поденок

Углеродные нанотрубки – это квазиодномерные молекулярные образования из атомов углерода. Эти «молекулы» имеют вид полых цилиндров, стенки которых образованы из атомов углерода. Трубка конечной длины ограничивается фулереновой крышкой.

Цель данной работы – теоретическое рассмотрение электронной структуры однослойных углеродных нанотрубок, расчет и анализ плотности электронных состояний однослойных нанотрубок для любой их геометрии.

Геометрия

Геометрически нанотрубку можно рассматривать так: участок графитового монослоя сворачивается в цилиндр, и затем этот цилиндр транслируется вдоль своей оси. Любой трубке можно поставить в соответствие пару целых чисел (n,m), которые будут единственным образом определять эту трубку. В зависимости от чисел (n,m) различают 3 типа трубок: трубки, у которых второй индекс равен нулю, – это трубки в конфигурации zigzag; трубки, у которых индексы одинаковы, называются armchair; все остальные трубки называются хиральными.

Операция симметрии состоит из двух базовых операций: трансляции вдоль и поворота вокруг оси трубки, что соответствует винтовой оси.

Нами был получен ряд математических соотношений для трубок с любыми индексами (n,m), полезных при рассмотрении геометрии углеродных нанотрубок.

Приближение сильной связи для графита

Зонную структуру нанотрубки можно получить, исходя из данных о зонной структуре графита.

Атом углерода обладает четырьмя валентными электронами. Три из них образуют σ-связи с соседними атомами, а четвертый находится в $2p_z$ состоянии. Именно он участвует в электропроводности.