

О ГРУППОВОЙ ОСНОВЕ КВАНТОВОЙ КРИСТАЛЛООПТИКИ

А.Г. Хаткевич¹, Л.А. Хаткевич²

¹ Институт физики НАН Беларуси, г. Минск

² Белгосуниверситет, г. Минск

Показано, что система волновых уравнений для потенциалов в анизотропной среде, удовлетворяющих первой паре уравнений Максвелла, введением тензоров квадратных корней проницаемостей факторизуется и всецело представляется одной системой уравнений первого порядка для потенциалов. При кулоновской калибровке эта система сводится к трем уравнениям для векторного потенциала, аналогичным исследованным ранее [1]. Определяемый этими уравнениями линейный дифференциальный “оптический” оператор в общем случае унитарный и аналогичный оператору момента импульса, имеющему орбитальную и спиновую составляющие.

Для монохроматических плоских волн дифференциальные уравнения преобразуются в алгебраические, а оптический оператор в оптический тензор, который линейно зависит от направления волновой нормали. В магнитных диэлектриках и гиротропных кристаллах оптический тензор бесследный и планальный. Обнаружено, что вектор лучевых (групповых) скоростей определяется дуальным оптическому тензору комплексным вектором, который в свою очередь непосредственно определяет и образует этот тензор. В гиротропных кристаллах этот вектор эллиптический (или круговой), а в негиротропных - линейный (вещественный). Фазовые скорости и векторы поляризации определяются его проекциями на волновую нормаль и ортогональную ей плоскость. Единственным ненулевым инвариантом представляется волновая поверхность, двухполостная из-за двулучепреломления.

Установлено, что введенный оптический оператор, Фурье-образом которого является оптический тензор, удовлетворяет коммутационным соотношениям для оператора момента импульса. Его собственные значения и функции аналогичны известным для оператора момента импульса. Собственные значения (фазовая скорость и квадрат групповой скорости) квантуются и из-за анизотропии и гиротропии расщепляются и удваиваются.

1. Хаткевич А. Г., Хаткевич Л. А. // Журн. прикл. спектр. 2002. Т. 69. С. 97–103.