

А. А. Шамына, В. Н. Капшай
(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

ГЕНЕРАЦИЯ СУММАРНОЙ ЧАСТОТЫ ОТ БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЦИЛИНДРА МАЛЫХ РАЗМЕРОВ

В настоящее время интенсивно развиваются направления оптики, связанные с нелинейными эффектами. Одно из возможных применений эффектов второго порядка – спектроскопия поверхностей наноразмерных частиц, основанная на генерации суммарной частоты, которая хорошо описывается моделью gNLRGD [1].

Пусть боковая поверхность цилиндрической частицы с высотой $h \ll \lambda$ и радиусом основания $a \ll \lambda$ покрыта тонким слоем толщины

$d_0 \ll a$ с нелинейными оптическими свойствами. В дипольной модели нелинейная часть поляризации второго порядка в точке \mathbf{x} задаётся уравнением (с суммированием по повторяющимся индексам)

$$P_i^{(2)}(\mathbf{x}) = \chi_{ijk}^{(2)}(\mathbf{x}) E_j^{(1)}(\mathbf{x}) E_k^{(2)}(\mathbf{x}),$$

где $\chi_{ijk}^{(2)}$ – тензор нелинейной диэлектрической восприимчивости второго порядка, а $E_j^{(1-2)}$ – это компоненты векторов электрической напряжённости падающих волн. Расположим эту частицу так, чтобы её ось совпадала с осью Oz , и направим на неё две плоских электромагнитных волны с амплитудами E_{1-2} и векторами поляризации $\mathbf{e}^{(1-2)}$.

Пользуясь моделью gNLRGD, вычислим генерируемое поле:

$$\begin{aligned} \mathbf{E}^{(12)}(\mathbf{x}) = & 2\pi\mu_{12}[\omega_{12}^2 / c^2][\exp(ik_{12}r) / r]d_0ahE_1E_2(1 - \mathbf{e}_r \otimes \mathbf{e}_r) \times \\ & \times \left(\left(\chi_5^{(2)} + \chi_6^{(2)} + \chi_7^{(2)} \right) \left[\mathbf{e}^{(1)} \times \mathbf{e}^{(2)} \right] - \left\{ \chi_5^{(2)} \mathbf{e}_z \left(\mathbf{e}_z \left[\mathbf{e}^{(1)} \times \mathbf{e}^{(2)} \right] \right) \right\} + \right. \\ & \left. + \chi_6^{(2)} \left[\mathbf{e}^{(1)} \times \mathbf{e}_z \right] \left(\mathbf{e}_z \mathbf{e}^{(2)} \right) + \chi_7^{(2)} \left[\mathbf{e}_z \times \mathbf{e}^{(2)} \right] \left(\mathbf{e}_z \mathbf{e}^{(1)} \right) \right\} / 2, \end{aligned}$$

где $\chi_{5-7}^{(2)}$ характеризуют нелинейные киральные свойства слоя, \mathbf{e}_z – это единичный вектор вдоль Oz , \mathbf{e}_r – радиально направленный единичный вектор, \otimes означает тензорное произведение, $r = |\mathbf{x}|$ – это расстояние до точки наблюдения, а μ_{12} , k_{12} – это магнитная проницаемость и модуль волнового вектора на суммарной частоте ω_{12} .

Литература

1 Size dependence of second-harmonic generation at the surface of microspheres / S. Viarbitskaya, V. Kapshai, P. van der Meulen, T. Hansson // Physical Review A. – 2010. – V. 81. – P. 053850.