

ЗОНАЛЬНОЕ СТРОЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ В ПРИБЛИЖЕНИИ МНОГОЗОННОЙ (КЕЙНА) МОДЕЛИ

Холмирзаев Жасурбек Юлдашбоевич
Андижанский машиностроительный институт

АННОТАЦИЯ

В этой статье по предложенной модели исследуется, как определить спектральную зависимость коэффициента поглощения однофотонного света в узкополосных кристаллах с учетом эффекта когерентного насыщения.

Ключевые слова : кристалл, модель, фотон, спектр, полярная функция, электрон.

ABSTRACT

In this article, using the proposed model, we investigate how to determine the spectral dependence of the absorption coefficient of single-photon light in narrow-band crystals, taking into account the effect of coherent saturation.

Key words : crystal, model, photon, spectrum, polar function, electron.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что узкозонные кристаллы изучаются на основе многозонных приближений. Линейно-круговой дихроизм размерного квантования и многофотонного поглощения поляризованного света в кристаллических структурах этого типа теоретически не исследовался. В частности, в таких однородных структурах можно создать инверсионное расположение (распределение) носителей тока за счет многофотонных оптических возбуждений. Также, если пренебречь эффектом когерентного насыщения в однофотонных оптических переходах, линейно-круговой дихроизм поглощения поляризованного света не наблюдается. Это требует исследования межзонного многофотонного поглощения поляризованного света в многозонном приближении линейно-кругового дихроизма. Давайте проанализируем эту ситуацию.

ОБСУЖДЕНИЕ

В одноэлектронном приближении спектр собственных значений и волновые функции энергии, соответствующие стационарным состояниям в кристаллических структурах, определяются следующим уравнением Шреденгера:

$$\left[\frac{\mathbf{p}}{2m_0} + V(\mathbf{r}) + \hat{H}^{rel} \right] |\psi\rangle = E|\psi\rangle. \quad (1.1)$$

В этом уравнении также учитывается спин-орбитальное взаимодействие, $\hat{p} = -i\hbar\nabla$ - оператор импульса, m_0 - масса свободного электрона, $V(\mathbf{r})$ - потенциальная энергия электрона в электростатическом поле ионов и остальных электронов (при пренебрежении влиянием внешнего магнитного поля), $|\psi\rangle$ - волновая функция электрона в двухкомпонентной спинорной форме и степень свободы электрона в зависимости от его спина, \hat{H}^{rel} - релятивистский вклад в эффективный гамильтониан электрона:

$$\hat{H}^{rel} = -\frac{\mathbf{p}^4}{8m_0^3c^2} + \frac{\hbar^2}{8m_0^2c^2} \Delta V + \frac{\hbar^2}{4m_0^2c^2} [\Delta V \times \mathbf{p}] \cdot \boldsymbol{\sigma}. \quad (1.2)$$

Здесь $\boldsymbol{\sigma}/2$ - $s=1/2$ оператор спина для спина (s_x, s_y, s_z , - матрицы Паули), c - скорость распространения света в вакууме, \times - знак векторного умножения, $V(\mathbf{r})$ - периодический потенциал кристалла. В результате добавление члена к гамильтониану в уравнении \hat{H}^{rel} (1.1) фактически идентично рассмотрению третьего члена в соотношении (1.2) и называется оператором спин-орбитального взаимодействия, т.е.

$$\hat{H}^{so} \equiv \frac{\hbar}{4m_0^2c^2} [\nabla V \times \mathbf{p}] \cdot \boldsymbol{\sigma} \quad (1.3)$$

\hat{H}^{so} при наличии оператора (1.1) частные случаи гамильтониана $|\psi\rangle$ вообще $\psi(\mathbf{r})$ и в зависимости от спина $|\sigma\rangle$ функций $\psi(\mathbf{r})|\sigma\rangle$ не будут в виде произведения и будут выбраны в виде их линейной комбинации. Если этого не учитывать, спин-орбитальное разделение происходит на одних и тех же (\hat{H}^{so} заштрихованных) энергетических уровнях. В кристаллах-рядах спин-орбитальное разделение зон равно ширине запрещенной зоны. Это требует учета в расчетах члена, зависящего от уравнения Шредингера \hat{H}^{so} , и этот случай является одним из актуальных вопросов. В частности, $\langle u_i | \rightarrow \langle u_i |$ типом являются матричные элементы оператора импульса, описывающие собственные оптические переходы

$$\langle u_i | \hat{p} | u_j \rangle = \frac{\hbar}{m} \mathbf{e} \cdot \nabla H(\mathbf{k})_{ij} \quad (1.4)$$

определяется с помощью соотношения. Здесь $H(\mathbf{k})$ - записанный в импульсном пространстве гамильтониан, вид которого зависит от характера

выбранных базисных функций. В частности, в литературе используются концепции Латтингера-Кона, Ивченко и Переля.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Вычислении матричных элементов оператора импульса обращаем внимание на то, что дифференцирование $|u_{b0}\rangle$ затрагивает только орбитальную часть состояний, что $|\uparrow\rangle, |\downarrow\rangle$ базисные спиноры ортогональны друг другу и нормальны друг к другу. Из-за такой ортогональности некоторые матричные элементы равны нулю, например:

$$\left\langle u_{a0} \left| \frac{\delta}{\delta x_j} \right| u_{b0} \right\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \left\langle S \left(\frac{\delta X}{\delta x_j} - i \frac{\delta Y}{\delta x_j} \right) \right\rangle \langle \uparrow | \downarrow \rangle = 0.$$

Кроме того, некоторые матричные элементы обращаются в нуль из-за точности выражения под интегралом. Диагональные составляющие в общем случае равны между собой, так как они отличны от нуля и симметричны относительно кручения вокруг оси S_3 , направленной вдоль оси типа. Этот результат не только T_d для симметрии, но и для остальных классов кристаллов, принадлежащих к кубической сингонии. Кроме того, таким образом определяются составляющие тензоров второго цвета, описывающих свойства изотропной среды, т. е. все они δ_{ij} пропорциональна символу.

Стоит отметить, что кристаллов строка физический параметры кристаллического потенциала физический природа зависят. В частности, известен один симметричный из хрусталя Другая симметричный к кристаллу когда прошло его зональный структура изменится. В частности, один пуля к симметрии имеют Кристалл, например, теллуrowый. времени оптический актив сам по себе и рассматривается пьезоэлектрический кристалл, а кристалл с тетраэдрической симметрией Только пьезоэлектрический имущество имеют быть можно, к центру симметрии имеют не случилось в кристаллах пока обе имущество тоже не наблюдается.

Во всей литературе по зональному строению кристаллов периодический кристаллический потенциал рассматривается как четная функция координаты, но в кристалле без центра симметрии этот периодический потенциал может быть четным (симметричным) и нечетным (асимметричным) функция координаты. Отсутствие центра симметрии в кристалле делает возможным существование этих двух типов потенциала. В результате в матричных элементах эффективного гамильтониана носителей тока появляются дополнительные члены.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В зависимости от симметрии периодического потенциала появление четных или нечетных составляющих относительно волнового вектора в эффективном гамильтониане может приводить к фотонному, фотонному или асимметричному рассеянию носителей тока на входах, включая характерные для этого случая фотонные кинетические явления, например, полярный фотоэлектрический эффект.

REFERENCES

1. Розиков, Ж. Ю., Собиров, М. М., & Рузибоев, В. У. (2021). Поляризационные характеристики диффузно отраженного и проходящего излучения в среде с конечной оптической толщиной. *«Узбекский физический журнал»*, 23(2), 11-20.
2. Sobirov, M. M., Rozikov, J. Y., & Ruziboyev, V. U. Formation of neutral points in the polarization characteristics of secondary radiation in the semi-infinite medium model. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*, 4, 406-412.
3. Sobirov, M. M., & Rozikov, J. Y. (2020). SOME QUESTIONS OF THE THEORY OF POLARIZED RADIATION TRANSFER IN AN ISOTROPIC MEDIUM WITH A FINITE OPTICAL THICKNESS. *Scientific-technical journal*, 3(4), 16-22.
4. Sobirov, M. M., & Rozikov, J. Y. (2020). SPECIFIC FEATURES IN POLARIZATION OF DIFFUSELY REFLECTED AND TRANSMITTED RADIATION IN A MEDIUM WITH FINITE OPTICAL THICKNESS. *Scientific-technical journal*, 24(5), 85-89.
5. Собиров, М. М., & Розиков, Ж. Ю. (2020). Особенность в поляризации диффузно отраженного и пропущенного излучения в среде с конечной оптической толщиной. *Научнотехнический журнал*, 85-89.
6. Собиров, М. М., & Розиков, Ж. Ю. (2020). Некоторые вопросы теории переноса поляризованного излучения в изотропной среде с конечной оптической толщиной. *Научно-технический журнал*, 15-24.
7. Ivchenko, E. L., & Sobirov, M. M. (1986). Theory of two-phonon resonance light scattering involving an acoustic and an optical phonon. *Fizika Tverdogo Tela*, 28(7), 2023-2031.
8. SOBIROV, M., & Yuldashev, N. K. (1984). THEORY OF TRANSFER OF POLARIZED RADIATION IN CUBIC-CRYSTALS LOCATED IN A LONGITUDINAL MAGNETIC-FIELD IN THE REGION OF EXCITON

RESONANCE. ZHURNAL EKSPERIMENTALNOI I TEORETICHESKOI FIZIKI, 87(2), 677-690.

9. Ахмедов, Б. Б. (2020). МЕТОД КР-ВОЗМУЩЕНИЙ С УЧЕТОМ ВЫРОЖДЕНИЯ. In *Наука и современное общество: актуальные вопросы, достижения и инновации* (pp. 21-25).

10. Akhmedov, B., Rozikov, J., Muminov, I., & Ruziboev, V. (2018). ABOUT WAVEFUNCTIONS IN LOW-DIMENSIONAL SEMICONDUCTORS. *Central Asian Problems of Modern Science and Education*, 3(4), 51-57.

11. Полвонов, Б. З., Насиров, М., Мирзаев, В., & Разиков, Ж. (2019). Диагностика полупроводниковых материалов методом поляритонной люминесценции. In *General question of world science* (pp. 39-42).

12. Akhmedov, B. B., Rozikov, J. Y., & Muminov, I. A. MATERIAL'S ELECTRONIC STRUCTURE. *Zbiór artykułów naukowych recenzowanych*, 78.

13. Rozikov, J., Akhmedov, B., Muminov, I., & Ruziboev, V. (2019). DIMENSIONALLY QUANTIZED SEMICONDUCTOR STRUCTURES. *Scientific Bulletin of Namangan State University*, 1(6), 58-63.

14. РАСУЛОВ, В., РАЗИКОВ, Ж., КАРИМОВА, Г., АБДУБАНАНОВ, А., & ЭШБОЛТАЕВ, И. (2017). Расчет коэффициента прохождения электронов через многослойной полупроводниковой структуры, состоящей из прямоугольных потенциальных ям и барьеров. *Современные научные исследования и разработки*, (2), 183-185.

15. Собиров, М. М. (2021). ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА В ЧИСТОЙ АТМОСФЕРЕ. *EDITOR COORDINATOR*, 308.

16. Расулов, Р. Я., Мамадалиева, Н., Ахмедов, Б., & Разиков, Ж. К теории зонной структуры халькогенидов свинца. *Имй хабарнома*, 6(1), 18.

17. Собиров, М., Розиков, Ж., Рузибоев, В., & Ходиев, И. (2021). ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА В ЧИСТОЙ АТМОСФЕРЕ НА БОЛЬШОЙ ВЫСОТЕ. *InterConf*, 249-253.

18. Sobirov, M. M., & Rozikov, J. Y. (2020). SPECIFIC FEATURES IN POLARIZATION OF DIFFUSELY REFLECTED AND TRANSMITTED RADIATION IN A MEDIUM WITH FINITE OPTICAL THICKNESS. *Scientific-technical journal*, 24(5), 85-89.

19. Sobirov, M. M., & Rozikov, J. Y. (2020). SOME QUESTIONS OF THE THEORY OF POLARIZED RADIATION TRANSFER IN AN ISOTROPIC MEDIUM WITH A FINITE OPTICAL THICKNESS. *Scientific-technical journal*, 3(4), 16-22.

-
20. Akhmedov, B., Rozikov, J., Muminov, I., & Ruziboev, V. (2018). ABOUT WAVEFUNCTIONS IN LOW-DIMENSIONAL SEMICONDUCTORS. *Central Asian Problems of Modern Science and Education*, 3(4), 51-57.
21. Маматова, М. А., & Мансурова, Г. А. (2020). МЕТОД КР-ВОЗМУЩЕНИЙ. In *ИННОВАЦИОННЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ПРАКТИКА* (pp. 14-18).