

ФОГГА ЭФФЕКТ — один из эффектов *магнитооптики*, заключающийся в возникновении *двойного лучепреломления* эл.-магн. волны (обычно света) при её распространении в твёрдых телах (напр., кристаллах) в направлении, перпендикулярном внеш. магн. полю, в котором находится тело. Этот эффект наз. также *Коттона — Мутона эффектом*, если свет распространяется в газе или жидкости, т. е. в средах со свободными молекулами, имеющими спонтанный или индуцированный магн. момент. Назван по имени В. Фогга (V. Voigt).

Ф. э. проявляется в том, что линейно поляризованное эл.-магн. излучение после прохождения слоя изотропного твёрдого вещества, помещённого в магн. поле, в направлении, перпендикулярном магн. полю, становится эллиптически поляризованным. Это обусловлено возникающей в магн. поле *оптической анизотропией* вещества с выделенным направлением вдоль магн. поля. Составляющие эл.-магн. волны, линейно поляризованные вдоль и поперёк магн. поля, имеют разную скорость распространения, поэтому при прохождении слоя вещества они приобретают разность фаз и выходящее из слоя излучение оказывается эллиптически поляризованным (обычно выбирают свет, линейно поляризованный под углом, близким к 45° относительно магн. поля). Фазовый сдвиг δ , определяющий параметры эллипса поляризации, пропорционален толщине слоя l и разности показателей преломления n_{\parallel} и n_{\perp} для волн, поляризованных соответственно вдоль и поперёк магн. поля:

$$\delta = \frac{\omega l}{c} \operatorname{Re}(n_{\perp} - n_{\parallel}),$$

где c — скорость света, ω — частота эл.-магн. поля.

В общем случае оптически анизотропной среды величина δ выражается через компоненты тензора диэлектрич. проницаемости ϵ_{ik} . Для слабопоглощающей среды

$$\delta = \frac{\omega l}{2cn} \operatorname{Re}(\epsilon_{zz} - \epsilon_{xx}),$$

где $n = \operatorname{Re}(n_{\parallel} + n_{\perp})/2$, ось z направлена вдоль магн. поля, а ось x перпендикулярна направлениям магн. поля и распространения эл.-магн. волны. Поскольку, в силу *Онсагера теоремы*, диагональные компоненты тензора ϵ_{ik} являются чётными ф-циями напряжённости магн. поля, тем же свойством обладает и фазовый сдвиг δ , так что Ф. э., в отличие от линейного *Фарадея эффекта*, является квадратичным по магн. полю. В не очень сильных магн. полях величина $\delta = V/H^2$, где коэф. V зависит от частоты эл.-магн. поля и определяется механизмом взаимодействия излучения с твёрдым телом. Так, в ИК-области, где оптич. свойства кристалла определяются свободными носителями заряда,

$$V = \frac{2\pi e^4 N}{c^3 n m^3 \omega^3},$$

где e , N и m — заряд, концентрация и эфф. масса носителей заряда.

Поскольку величина компоненты ϵ_{xx} зависит от направления магн. поля относительно кристаллографич. осей кристалла, Ф. э. может быть анизотропным даже в оптически изотропных кристаллах. Напр., в кубич. полупроводниках с анизотропными изонергетич. поверхностями (n -Ge, n -Si) δ является анизотропной величиной, зависящей от ориентации магн. поля в кристалле. В то же время в кубич. полупроводниках со сферич. изонергетич. поверхностями (n -InSb, n -InAs) Ф. э. изотропен. Т. о., исследование Ф. э. даёт информацию о форме изонергетич. поверхностей в кубич. полупроводниках. Ф. э. используется также для определения эфф. массы носителей заряда.

В полупроводниках обычно $|n_{\perp} - n_{\parallel}| \lesssim 10^{-6} - 10^{-4}$ при $H \lesssim 10^5$ Э. Наиб. величины ($|n_{\perp} - n_{\parallel}| \sim 10^{-2}$) Ф. э. достигает в магнитоупорядоченных кристаллах (напр., ферромагнетиках), где он обусловлен не внеш. магн. полем, а спонтанной намагниченностью.

Лит.: Смоленский Г. А., Писарев Р. В., Сикий И. Г., Двойное лучепреломление света в магнитоупорядоченных кристаллах, «УФН», 1975, т. 116, с. 231; Сизов Ф. Ф., Уханов Ю. И., Магнитооптические эффекты Фарадея и Фогга в применении к полупроводникам, К., 1979. Э. М. Эпштейн.

ФӨКА МӨТӨД ФУНКЦИОНАЛОВ — особый способ формулировки ур-ний *квантовой теории поля* и *квантовой теории многих частиц*, основанный на введении спец. функционального аргумента, носящего вспомогат. характер и по выполнению всех выкладок устремляемого к нулю. Соответствующие ур-ния имеют вид ур-ний в вариационных производных, и их явное решение может быть представлено в виде *функционального интеграла*. Совр. методы квантовой теории поля и квантовой теории мн. частиц представляют собой прямое развитие Ф. м. ф.

В своей первонач. форме Ф. м. ф. был основан на *Фокса представлении* волновой ф-ции системы с перем. числом частиц через волновые ф-ции подпространств с фиксированным числом частиц $\Psi^{(n)}(k_1, \dots, k_n)$, где k_i — совокупность всех переменных, характеризующих i -ую частицу. Введение функционального аргумента $\varphi(k)$ позволяет построить *производящий функционал* для этих волновых ф-ций:

$$\Omega(\varphi) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{n!}} \int dk_1 \dots dk_n \Psi^{(n)}(k_1, \dots, k_n) \cdot \varphi(k_1) \dots \varphi(k_n)$$

(для простоты рассматривается случай бозе-частиц). Амплитуда $\Psi^{(n)}$ может быть тогда получена из Ω путём вариационного дифференцирования:

$$\Psi^{(n)}(k_1, \dots, k_n) = \frac{1}{\sqrt{n!}} \frac{\delta^n \Omega(\varphi)}{\delta \varphi(k_1) \dots \delta \varphi(k_n)} \Big|_{\varphi=0}$$

Если $a(k)$ и $a^+(k)$ — операторы уничтожения и рождения, то состоянию $a^+(k)\Psi$ отвечает производящий функционал $\varphi(k)\Omega$. Соответственно из *перестановочных соотношений* [$a^+(k), a(k') = \delta(k' - k)$] следует, что состоянию $a(k)\Psi$ отвечает функционал $\delta\Omega/\delta\varphi(k)$. Т. о., ур-ние Шрёдингера с гамильтонианом $H(a^+(k), a(k))$, содержащим операторы рождения и уничтожения, в Ф. м. ф. имеет вид

$$\left[i \frac{\partial}{\partial t} - H(\varphi(k), \delta/\delta\varphi(k)) \right] \Omega\{\varphi\} = 0.$$

В случае ферми-частиц функциональный аргумент уже нельзя считать просто ф-цией; ему необходимо приписать операторные свойства антикоммутиации с самим собой и с вариацией $\delta\varphi(k)$. При этом, как и в случае бозе-поля, операторы рождения и уничтожения в гамильтониане следует заменить соответственно через $\varphi(k)$ и $\delta/\delta\varphi(k)$. Ур-ния Ф. м. ф. можно свести к бесконечной совокупности «зацепляющихся» ур-ний, связывающих между собой амплитуды с разным числом частиц.

В развиваемых вариантах функционального подхода в качестве функционального аргумента используют внеш. токи или внеш. поля, а в качестве самого функционала — вакуумное среднее матрицы рассеяния (в квантовой статистике — статистич. сумму), *Грина функции* и т. п.

Лит.: Фок В. А., Работы по квантовой теории поля, Л., 1957; Новожилов Ю. В., Тулуб А. В., Метод функционалов в квантовой теории поля, «УФН», 1957, т. 61, с. 53; Fradkin E. S., Application of functional methods in quantum field theory and quantum statistics, «Nucl. Phys.», 1963, v. 49, № 4, p. 624. Д. А. Киржениц.

ФӨКА ПРЕДСТАВЛӨНИЕ — особый метод описания квантовой системы с переменным (или вообще неопределённым) числом частиц, использующий тем не менее конфигурац. пространство; применим для описания процессов испускания, поглощения частиц, внутр. структуры частиц (напр., протона, к-рый может быть с определ. вероятностью обнаружен в диссоциированном на нейтрон и π -мезон состоянии) и т. п. Наиб. употребительное представление (см. *Представляющий теория*) в квантовой теории поля. В Ф. п. волновая ф-ция системы Ψ выражается через вол-