

МИНИСТЕРСТВО ВССО БССР
Белорусский Государственный университет им. В.И. Ленина

В.Г. Барышевский

НЕКОТОРЫЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ,
ВОСНИКАЮЩИЕ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ВОЛН ЧЕРЕЗ ВЕЩЕСТВО.

Автореферат

диссертации на соискание учёной степени кандидата
физико-математических наук

Научный руководитель -
доктор физико-математических наук
М.И. Подгорецкий

Бел. аддзел
1964 г.

Минск 1965

Настоящая диссертация посвящена рассмотрению некоторых интерференционных явлений, возникающих при прохождении волн (нейтронных, К-мезонных, электромагнитных) через вещество.

Реферруемая работа состоит из введения, трёх глав и приложений.

Первая глава начинается с анализа рассеяния частицы находящейся в S - состоянии, на двух жёстко закреплённых центрах. Оказывается, что в предельном случае длинных волн много больших расстояний между центрами R даже для амплитуд рассеяния $\lambda \ll R$ существенны поправки по многократному рассеянию. Пренебрежение многократным рассеянием уже в таком простом случае приводит к противоречию с оптической теорией [1]. Тем более важен последовательный учёт многократного рассеяния при прохождении частиц через макроскопическое тело. С помощью уравнений для амплитуд рассеяния на N жёстко закреплённых центрах найдено выражение для показателя преломления и когерентной волны, проходящей через макроскопический слой с рассеивателями расположенными хаотически, а также - расположенными в виде кубической решётки [1].

Во второй главе результаты, полученные в первой главе для когерентной волны, обобщаются на случай, когда па-

*) Подробный анализ рассеяния на макроскопическом теле независимо от нас производился также в работах В.И. Гнедина и А.З. Долгинова (см. ЖУР 45, 1136, 1963; 48, 548, 1965). В частности, в первой из них рассмотрено когерентное рассеяние на шаре, а аппарат, развитый во второй работе, позволяет исследовать прохождение когерентной волны через пластинку.

Каждая частица (нейтрон) и рассеивающие центры обладают спинами.

Зависимость энергии взаимодействия нейтрона с ядром от ориентации спинов приводит к тому, что амплитуда упругого рассеяния вперёд без переворота спина для нейтрона с поляризацией параллельной поляризации ядер не равна такой же амплитуде для нейтрона с противоположной поляризацией. Так как показатель преломления зависит от амплитуды упругого рассеяния вперёд, то в поляризованной ядерной мишени нейтронная волна обладает двумя показателями преломления в зависимости от ориентации спина нейтрона относительно направления поляризации среды. Наличие отличной от нуля разности показателей преломления приводит к вращению направления вектора поляризации падающего нейтрона с частотой, характерной для данного вещества^[1]. Это вращение кинематически аналогично магнитному вращению плоскости поляризации света. Для жидкой или твёрдой водородной мишени с полностью поляризованными протонами частота вращения равна 10^8 сек, соответственно длины на которой происходит сдвиг поворота спина в случае медленных нейтронов имеет величину порядка 10^{-3} см. Оказывается, что для нейтронов существует также явление, аналогичное естественному вращению плоскости поляризации света^[4,5]. А именно, при прохождении через изотропную среду, состоящую из молекул определённой симметрии (например, винтовой) направление вектора поляризации нейтрона поворачивается вокруг импульса. Ядра при этом неполяризованы или вообще могут не иметь спина.

возникновение эффекта связано с существованием спин-орбитального взаимодействия между нейтроном и ядром и влиянию асимметрии молекулы на процесс перерасеяния.

Далее в §7 второй главы показано, что явление, аналогичное вращению направления вектора поляризации нейтрона в поляризованной ядерной мишени, имеет место и для γ - квантов.^[6,7]

Пусть лучок линейно поляризованных γ - квантов падает на поляризованную электронную мишень. Как известно, в борновском приближении амплитуда рассеяния вперед без переворота спина не зависит от типа круговой поляризации γ - квантов. Отсюда, казалось бы, следует, что соответствующие показатели преломления равны друг другу и вращение плоскости поляризации отсутствует. Однако, как показано в диссертации, в высших порядках теории возмущения между указанными амплитудами появляется различие, которое приводит к различию в показателях преломления γ - квантов с правой и левой круговой поляризацией. Следовательно, при прохождении линейно поляризованного γ - кванта через поляризованную электронную мишень плоскость поляризации фотона будет поворачиваться.

Следует заметить, что этот эффект имеет заметную величину, начиная с энергий γ - кванта порядка 0,1 мэв и выше, т.е. в той области энергий, в которой известны в оптике явления магнитного и естественного вращения плоскости поляризации света отсутствуют.

Максимальной величины явление вращения достигает при энергиях γ - квантов порядка 0,5 ÷ 2 мэв (при прохождении через поляризованное железо толщиной 10 см угол поворота равен $\sim 2^\circ$)

В начале третьей главы показано, что наличие в мишени с поляризованными ядрами разности показателей преломления, равносильное наличию разности энергий, даёт возможность осуществлять резонансную переориентацию спина нейтрона при помощи вращающегося магнитного поля. Например, если на мишень падает пучок нейтронов со спинами направленными по поляризации ядер, то при определённой частоте поперечного магнитного поля малой напряжённости появляются нейтроны с поляризацией направленной против поляризации ядер.^[1]

Если поляризация мишени составляет некоторый угол с внешним постоянным магнитным полем, то начинается прецессия ядер. Такая мишень действует на проходящий пучок нейтронов, как область с переменным магнитным полем, частота изменения которого равна частоте прецессии ядер во внешнем магнитном поле. Как показано в §8 это свойство поляризованной ядерной мишени даёт возможность осуществить резонансную переориентацию спина нейтрона при наличии только постоянного внешнего магнитного поля.^[2,2.2]

Пусть теперь мишень состоит из ядер со спином большим половины. Для таких ядер возможно квадрупольное расщепление энергетических уровней в неоднородном внутрикристаллическом поле. Теперь при наложении на мишень постоянного магнитного поля ядра прецессируют с несколькими частотами, определёнными внешним магнитным полем и величиной квадрупольного расщепления. В §8 показано, что в случае, когда полная величина расщепления энергетических уровней нейтрона в магнитном поле и мишени равна одной из частот прецессии спина ядра, произойдёт резонансный переворот спина нейтрона.^[10,11,12] При этом переход происходит, когда разность уровней ней-

трона совпадает с разностью тех уровней ядер, для которых изменение магнитного квантового числа $\Delta m = \pm 1$. Заметим, что в общем случае, когда магнитное поле и ось квадрупольного расщепления направлены под углом друг к другу, число резонансных чистот доходит до $(2J+1)J$, где J - величина спина ядра.

Во второй части третьей главы обращается внимание на то обстоятельство, что главным в явлении парамагнитного резонанса является наличие исходного расщепления уровней потенциальной энергии и взаимодействия, которое "перемешивает" соответствующие им волновые функции. Как показано далее ^{вместо этого} резонансные явления, аналогичные явления парамагнитного резонанса, должны существовать и при прохождении света через анизотропную среду, помещенную во внешнее переменное электрическое или магнитное поле. Рассмотрим, например, прохождение света через двоякопреломляющую среду в которой существуют с двумя взаимно перпендикулярными поляризациями обладают различными показателями преломления. Наличие разности в показателях преломления (также как и в случае нейтронов в поляризованной мишени) равносильно наличию разности энергий между этими стационарными состояниями для одной и той же длины волны света в среде. С другой стороны, в среде, вращающей плоскость поляризации света, стационарными состояниями с правой и левой круговыми поляризациями, являющиеся суперпозициями линейных поляризаций. В § 10 показано, что отсюда следует возможность вызвать резонансное изменение типа поляризации света при помощи переменного внешнего электрического или магнитного поля. При таких резонансных переходах имеет место поглощение или вынужденное испускание фотонов соответствующей энергии. В связи с известным соотношением Эйнштейна отсюда следует, что должно существовать и спонтанное излучение фотонов, связанное с самопроизвольным изменением поляризации света в анизотропной среде.

Список литературы.

- 1 В.Г.Барышевский, В.Л.Любошиц, М.И.Подгорецкий
Препринт ОИАИ Р-2111, 1965
- 2 В.Г.Барышевский, В.Л.Любошиц, М.И.Подгорецкий.
Препринт ОИАИ Р-2230, 1965
- 3 В.Г.Барышевский, М.И.Подгорецкий. ДЭФ 47, 1050, 1964
- 4 В.Г.Барышевский. Препринт ОИАИ Р-2290, 1965
- 5 В.Г.Барышевский. Ядерная физика, в печати
- 6 В.Г.Барышевский, В.Л.Любошиц. Препринт ОИАИ Р-1999, 1965
- 7 В.Г.Барышевский, В.Л.Любошиц. Ядерная физика 2, 666, 1965
- 8 В.Г.Барышевский, В.Л.Любошиц, М.И.Подгорецкий.
ДЭФ 48, 1146, 1965
- 9 В.Г.Барышевский, В.Л.Любошиц, М.И.Подгорецкий.
Препринт ОИАИ Р-1840, 1964
- 10 В.Г.Барышевский, В.Л.Любошиц, М.И.Подгорецкий.
Ядерная физика 1, 27, 1965
- 11 В.Г.Барышевский, В.Л.Любошиц, М.И.Подгорецкий.
Препринт ОИАИ Р-2026, 1965
- 12 В.Г.Барышевский, В.Л.Любошиц, М.И.Подгорецкий.
Ядерная физика 2, 441, 1965
- 13 В.Г.Барышевский, В.Л.Любошиц, М.И.Подгорецкий.
Препринт ОИАИ Р-2195, 1965
- 14 В.Г.Барышевский, В.Л.Любошиц, М.И.Подгорецкий.
ДЭФ, ноябрь, 1965



Ат 14582 подписано к печати II.XI.65 г.,
заказ № 18, тираж 200 экз., отпечатано на ротепринте,
Институт Тепло-и массообмена АН БССР, гор. Минск, ул.
Подлесная, 25, 1965 г.