

УДК 372.853

А. И. СЕРЫЙ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ЭФФЕКТОВ ФАРАДЕЯ И БАРЫШЕВСКОГО – ЛЮБОШИЦА

Эффекты Барышевского – Любошица [1, с. 88–89] и Фарадея [2, с. 579], относящиеся к разновидностям вращения плоскости поляризации фотонов, различным образом проявляются в зависимости от ответа на вопрос о допустимости пренебрежения квантованием Ландау для электронов в магнитном поле.

В связи с тем что некоторые вопросы, связанные с этими эффектами, являются относительно новыми в науке, представляется целесообразным систематизировать соответствующую информацию в виде сравнительных таблиц (таблицы 1–3) могут быть использованы в образовательном процессе для обобщения и закрепления материала по электродинамике, оптике и другим дисциплинам.

Таблица 1 – Влияние магнитного поля на квантование энергии электронов

Магнитное поле	Отсутствует либо не является квантующим для свободных электронов	Квантующее с индукцией порядка 10^{13} Гс
1.1. Атомы	могут существовать	разрушаются уже при $B \sim 10^9$ Гс
1.2. Квантование уровней энергии	характер квантования – полный, если электрон связан в атоме	характер квантования – частичный (только поперечная часть), электрон оторван от атомного ядра
1.3. Непрерывность энергии	характер непрерывности – полный, если электрон оторван от атома (после ионизации)	характер непрерывности – частичный (только продольная часть), электрон оторван от атомного ядра
1.4. Какие бывают электроны	каждый электрон относится либо к типу 1.2, либо к типу 1.3	каждый электрон относится одновременно и к типу 1.2, и к типу 1.3
2.1. Расположение дискретных уровней	неравномерное (например, в H -подобных атомах густота уровней растет по мере приближения к пределу ионизации)	равномерное
2.2. Верхнее ограничение	есть (соответствует ионизации)	отсутствует (нумеровать уровни Ландау можно без ограничений)
2.3. Нижнее ограничение	есть (самый глубокий уровень)	есть (нулевой уровень Ландау)

Таблица 2 – Влияние магнитного поля на эффекты Фарадея и Барышевского – Любошица

Магнитное поле		Не является квантующим для свободных электронов	Квантующее с индукцией порядка 10^{13} Гс
1.1. При вычислении угла поворота плоскости поляризации фотона электроны можно		считать свободными, если энергия фотона $\hbar\omega \gg \varepsilon_{связи} $ (энергии связи электрона в атоме)	считать свободными вдали от условия $\hbar\omega = 2\mu_B B$ (во избежание переходов между уровнями Ландау)
1.2. Это соответствует		рентгеновскому и гамма-диапазону	жесткому рентгеновскому диапазону
2.1. Наличие магнитного поля при расчете эффекта	Фарадея	должно учитываться	должно учитываться
	Барышевского – Любошица	может не учитываться (не влияет на результаты расчетов), хотя оно все равно есть вследствие спиновой поляризации электронов	должно учитываться
2.2. Эффект Фарадея	объяснение основано на	эффекте Зеемана	квантовании Ландау
	наблюдается (в основном)	от радио- до видимого диапазона	в рентгеновском диапазоне
2.3. Переход к эффекту Барышевского – Любошица происходит		с ростом $\hbar\omega$, когда $\hbar\omega \gg \varepsilon_{связи} $, $\hbar\omega \gg \Delta E$ (ΔE – разность между соседними уровнями)	при отдалении частоты от условия $\hbar\omega = 2\mu_B B$

Таблица 3 – Сходство вращения плоскости поляризации фотонов в квантующем магнитном поле с соответствующими «классическими» эффектами

Сходство с	эффектом Барышевского – Любошица без магнитного поля	обычным эффектом Фарадея
1. Содержание общности	а) требуется вычислять разность амплитуд комптоновского рассеяния при различных соотношениях между направлениями спинов фотона и электрона; б) электроны можно считать свободными	необходимо выполнение условия $\hbar\omega \sim \Delta E$ (разность между уровнями энергии электрона с учетом влияния внешнего магнитного поля)
2. Это наблюдается	вдали от резонансов на уровнях Ландау	вблизи резонансов на уровнях Ландау

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барышевский, В. Г. Ядерная оптика поляризованных сред / В. Г. Барышевский. – М. : Энергоатомиздат, 1995. – 320 с.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов : в 5 т. / Д. В. Сивухин. – М. : Наука, 1980. – Т. 4 : Оптика. – 752 с.