

УДК 539.12

DOI: 10.17223/00213411/63/4/109

*Ю.П. КУНАШЕНКО¹, Г.Н. НАРИМАНОВА²***ФОТОЭФФЕКТ НА АТОМЕ ВОДОРОДА В ЭКСТРЕМАЛЬНО СИЛЬНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ ***

Рассмотрен фотоэффект на атоме водорода, помещенном в экстремально сильное магнитное поле. Исследована зависимость сечения от угла между импульсом фотона и вектором напряженности магнитного поля (направлением свободного движения испущенного электрона). Показано, что в присутствии магнитного поля характер зависимости сечения от этого угла существенно меняется. Изучена зависимость сечения от энергии фотона и показано, что вблизи порога реакции необходимо учитывать взаимодействие электрона с ядром атома водорода.

Ключевые слова: фотоэффект, экстремально сильное магнитное поле, деформированный атом водорода.

Введение

Свойства атома водорода, помещенного в сильное магнитное поле, существенно отличаются от свойств обычного атома. Данная проблема представляет значительный интерес для задач астрофизики [1–4], физики твердого тела и атомной физики. Впервые эта задача была рассмотрена в работе Шиффа и Снайдера [5]. В дальнейшем задаче об атоме водорода в сильном магнитном поле было посвящено множество работ (см., например, [6] и приведенные там ссылки).

Как известно, сильное магнитное поле деформирует (сжимает) атом в поперечном (перпендикулярном магнитному полю) направлении [6, 7]. Деформация атома водорода наступает, если характерный размер локализации электрона в магнитном поле $a_H = \sqrt{\hbar c / eH}$ (H – напряженность магнитного поля, e – заряд электрона) меньше боровского радиуса $a = \hbar^2 / me^2$ (m – масса электрона) т.е. $a_H < a$. Следовательно, для деформации атома водорода магнитное поле должно удовлетворять условию [1–7]:

$$H > H_{\text{кр}} = \frac{m^2 c e^3}{\hbar^3} = 2.35 \cdot 10^9 \text{ Гс.}$$

Все эти работы посвящены исследованию спектра атома водорода в сильном магнитном поле. С нашей точки зрения, особый интерес представляет изучение взаимодействия такого атома с фотонами и заряженными частицами. Магнитное поле действует не только на атом водорода, но и на частицы, принимающие участие в реакции. В этом случае протекание рассматриваемого процесса будет сильно отличаться от процесса в отсутствие поля. В данной работе рассмотрен фотоэффект на таком деформированном атоме водорода при нерелятивистских энергиях. Релятивистский случай будет рассмотрен в отдельной работе, кроме того, в дальнейшем будет рассмотрена аннигиляция позитрона на деформированном атоме водорода.

Влияния внешних сильных электромагнитных полей на различные физические процессы постоянно изучаются в научной литературе, например, в работе Никишова и Ритуса рассматривался распад π -мезона в поле электромагнитной волны и постоянном электромагнитном поле [8]; радиационные эффекты и их усиление во внешнем поле показаны в работе [9]; влияние лазерного поля на β -распады ядер и другие процессы в отсутствие поля описаны в [10]. Влияние сильного электрического поля кристалла и других электрических и магнитных полей на электромагнитные процессы также рассматривалось в работах [11–21].

Сечение фотоэффекта

Матричный элемент поглощения фотона атомом водорода с испусканием электрона (матричный элемент фотоэффекта) имеет вид [7]

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках базовой части № 101.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>