

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ СТАТИСТИКИ
ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ МНОГОФОТОННОЙ
ИОНИЗАЦИИ АТОМА

Д. Т. Алтмов, Т. У. Арсланбеков, М. С. Бедкин,
Н. Б. Делона, О. Б. Монастырский

УДК 621.375.82

Наблюдался одиннадцатифотонный процесс ионизации атома Хе излучением неодимового лазера, работающего в режиме генерации одной или многих мод. Для наблюдения ионного сигнала фиксированной амплитуды в случае одномодового режима необходима напряженность поля излучения в 1,4 раза большая, чем в случае многомодового.

Исследование многофотонных процессов тесно связано с исследованием статистических свойств излучения мощных лазеров. С одной стороны, когда многофотонный процесс происходит под действием излучения лазера, работающего в режиме генерации многих мод, для определения вероятности процесса необходимо знать функцию корреляции соответствующего высокого порядка. С другой стороны, статистические свойства излучения мощных лазеров недостаточно изучены, и лишь сами многофотонные процессы могут быть использованы в качестве детектора для измерения функций корреляций высоких порядков. Для ряда случаев этот вопрос исследован теоретически /1/, а для двух- и трехфотонных процессов - экспериментально /2/.

Для многофотонных процессов высокого порядка экспериментальные исследования не проводились. В качестве первого шага мы на-

блудили одиннадцатифотонный процесс ионизации атома ксенона ($I = 12,13$ эв) излучением двух лазеров на стекле с неодимом ($h\nu = 1,17$ эв) - многомодового и одномодового. Модуляция добротности многомодового лазера осуществлялась вращающейся крышкой. Подбор диафрагмы, помещенной в резонатор, позволял осуществить режим генерации только мод типа TEM_{00} . Полуширина спектра генерации была ~ 10 см $^{-1}$. Эта величина соответствует условию излучения $\sim 10^4$ продольных мод. Одномодовый лазер имел в качестве модулятора добротности просветляющийся фильтр из красителя 3955, растворенного в чистобензоле. Режим генерации мод типа TEM_{00} осуществлялся также при помощи диафрагмы в резонаторе. Два интерферометра Фабри-Перо, установленные в резонаторе в качестве селекторов на пропускание, и сложный выходной отражатель, состоящий из двух интерферометров Фабри-Перо, позволяли выделить одну продольную моду. Контроль за режимом излучения одной моды осуществлялся с помощью интерферометра Фабри-Перо, имеющего разрешение $\Delta\lambda > 5 \cdot 10^{-2}$ см $^{-1}$, коаксиального фотоэлемента и скоростного осциллографа, позволявшего различить две моды по возникновению бленки при $\Delta\lambda < 5 \cdot 10^3$ см $^{-1}$. Абсолютная величина длины волны излучения одномодового лазера устанавливалась равной длине волны в максимуме спектра генерации многомодового лазера 9424 см $^{-1}$.

Излучение обоих лазеров последовательно направлялось в стандартную экспериментальную установку, позволявшую наблюдать процесс многофотонной ионизации и измерять соответствующую напряженность светового поля [3]. Измерялась напряженность поля, соответствующая одинаковому числу ионов, созданному излучением одномодового и многомодового лазеров. Использование одной и той же аппаратуры и измерение отношения напряженностей полей позволило повысить точность эксперимента.

Эксперимент дал величину отношения напряженностей полей одномодового E_0 и многомодового E_M лазеров, соответствующих одинаковому ионному сигналу, равную $E_0/E_M = 1,4 \pm 0,2$ при абсолютной величине напряженности светового поля $E \sim 5 \cdot 10^7$ в/см.

Результаты эксперимента показывают, что при фиксированной величине напряженности поля число ионов, созданных излучением многомодового лазера, превышает число ионов, созданных излучением одномодового лазера в $10^3 - 10^4$ раз. (Эта оценка сделана, исхо-

ди из данных о зависимости $N_i \sim P^2$, наблюдаемой экспериментально для случая ионизации ксенона при $\lambda = 9424 \text{ см}^{-1} / 4/$.

Хотя данные эксперимента однозначно указывают на зависимость вероятности многофотонной ионизации от статистики излучения, они не позволяют сделать заключение о статистических свойствах излучения многомодового лазера.

Дело в том, что в настоящий момент недостаточно хорошо известна функциональная зависимость вероятности ионизации атома ксенона при воздействии очень сильного светового поля ($\epsilon \sim 5 \cdot 10^7 \text{ в/см} / 4/$).

В настоящее время достаточно хорошо исследованы прямые процессы многофотонной ионизации, происходящие в отсутствие резонансов. Примером такого процесса является ионизация большинства атомов излучением Nd-лазера /3,5/. Используя в качестве детектора прямой процесс ионизации атома, можно поставить задачу измерения функции корреляции соответствующего порядка.

Авторы благодарны Н. К. Бережко за помощь в проведении эксперимента, а Г. А. Делоне, Б. Я. Зельдовичу и проф. М. С. Рабиновичу за ценные обсуждения.

Поступила в редакцию
19 февраля 1973 г.

Л и т е р а т у р а

1. В. А. Коварский. ЖЭТФ, 57, 1613 (1969); G. S. Agarwal. Phys. Rev., 1, 4, 1445 (1970); S. Carusotto, G. Fornasa, E. Polasso. Phys. Rev., 157, 1207 (1967).
2. P. M. Rentzepis, U. J. Mitschke, C. A. Sakman. Phys. Rev. Letts., 17, 122 (1970).
3. Н. Б. Делоне, Л. В. Каджж. Препринт ФИАН № II, 1970 г.
4. Д. Т. Алимов, Н. К. Бережко, Г. А. Делоне, Н. Б. Делоне. Краткие сообщения по физике № II, 21 (1971).
5. Г. А. Делоне, Н. Б. Делоне, Н. П. Дзяская, К. Б. Петросян. Письма в ЖЭТФ, 9, 173 (1969); Г. А. Делоне. Диссертация, ФИАН, 1971 г.