

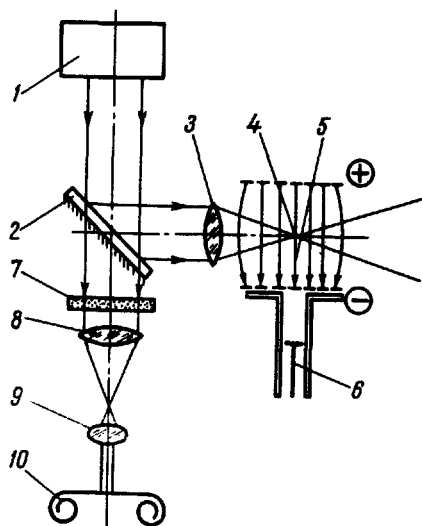
ИОНИЗАЦИЯ АТОМА КСЕНОНА ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ

ИЗЛУЧЕНИЯ РУБИНОВОГО ЛАЗЕРА

Г.С.Воронов, Н.Б.Делоне

Экспериментально наблюдается ионизация атома ксенона электрическим полем световой волны с $\lambda = 6943 \text{ \AA}$. Потенциал ионизации ксенона $I = 12,13 \text{ эв}$, так что для ионизации необходимо поглощение семи квантов с $h\nu = 1,78 \text{ эв}$. Эффект ионизации носит типично пороговый характер. Пороговое значение электрического поля для ксенона $E_{\text{пор}} = (8,0 \cdot 10^6 + 1,5 \cdot 10^7) \text{ в/см}$. При указанной напряженности электрического поля ионизации гелия не наблюдалось.

Электрическое поле создавалось путем фокусировки излучения рубинового лазера с модулированной добротностью [1]. Напряженность и пространственное распределение электрического поля измерялись фотометрическим методом (рисунок).



Излучение лазера I при помощи зеркала 2 направлялось на объектив 3. Ионы, образованные в области фокусировки излучения 4, вытягивались однородным электрическим полем 5 напряженностью ~ 10 в/см на коллектор 6. Часть излучения лазера, прошедшая через зеркало 2 и ослабленная нейтральными фильтрами 7, попадала на объектив 8, тождественный объективу 3 и расположенный на том же расстоянии от лазера. Пространственное распределение освещенности в различных сечениях области фокусировки фотографировалось в увеличенном масштабе микрообъективом 9 на фотопленку 10.

Опыты производились при давлении $< 10^{-2}$ мм рт.ст., когда длина свободного пробега ≈ 1 см. Эта величина на два порядка величин больше размеров области, в которой осуществляется указанная выше напряженность электрического поля. Таким образом, наблюдаемый эффект является результатом действия поля на отдельные атомы.

Существенной экспериментальной трудностью явилось устранение фона ионов, образующихся на поверхности последней линзы фокусирующего объектива. В нашей установке удалось полностью устранить этот фон путем вытягивания ионов на коллектор постоянным электрическим полем. Ионы, образованные вне области фокуса, на коллектор не попадали. Порог чувствительности составлял $4 \cdot 10^3$ ионов. За время излучения лазера $\tau = 20$ нсек образуется $\sim 10^5$ ионов ксенона, что соответствует эффективности $\sim 1\%$ и вероятности ионизации $\sim 5 \cdot 10^5 \text{сек}^{-1}$.

Полученные результаты резко отличаются от данных Да-

мона и Томлинсона [1], где, по мнению авторов, регистрировался вышеупомянутый фон. В постановке опыта, аналогичной в [1], авторы также регистрировали ионы, количество которых, как и в [1], слабо зависело от рода газа в установке. Экспериментально было установлено, что регистрируемые ионы образованы не в области фокусировки излучения лазера. При использовании описанного выше зонда, если поле было меньше $8 \cdot 10^6$ в/см, никакого ионного сигнала не наблюдалось.

Экспериментально наблюдаемая величина порогового электрического поля сравнивалась с теоретическими расчетами Келдыша [2], Голда и Бейба [2]. Расчет по формулам для водородоподобных атомов [2] с учетом того, что в ксеноне имеется 8 внешних электронов, 6 из которых находятся в p -состоянии, дает $E_{пор} = 4,5 \cdot 10^7$ в/см. Если у ксенона есть уровни, разность энергии которых относительно основного состояния близка к целому числу квантов, то это может понизить пороговое поле еще в 1,5 - 2 раза. Численный расчет, проведенный в [4], дает $E_{пор} = 2,7 \cdot 10^7$ в/см. Отметим, что в [4] и [4] не учитывается размытие верхних уровней в сильном электрическом поле, которое может привести к уменьшению числа квантов, необходимых для ионизации.

Авторы благодарны Андрианову Г.И., Круглову В.В., Пономаревой Г.А. за помощь в проведении эксперимента, а Бункину Ф.В., Келдышу Л.В. и Рабиновичу М.С. за ценные дискуссии.

Физический институт
им. П.Н. Лебедева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
12 марта 1965 г.

Литература

- [1] E.Damon, R.Tomlinson. Appl. Opt., 2, 546, 1963.
- [2] Л.В.Келдыш. ЖЭТФ, 47, 1945, 1964.
- [3] A.Gold, B.Bebb. Phys. Rev. Lett., 14, 60, 1965.