

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ  
КВАНТОВОГО ВЫХОДА ФОТОДИССОЦИАЦИОННОГО ЛАЗЕРА (ФДЛ)

В. Н. Волков, В. Н. Сорокин

Настоящая работа посвящена описанию быстрого и простого метода измерения квантового выхода  $\eta$  ФДЛ.

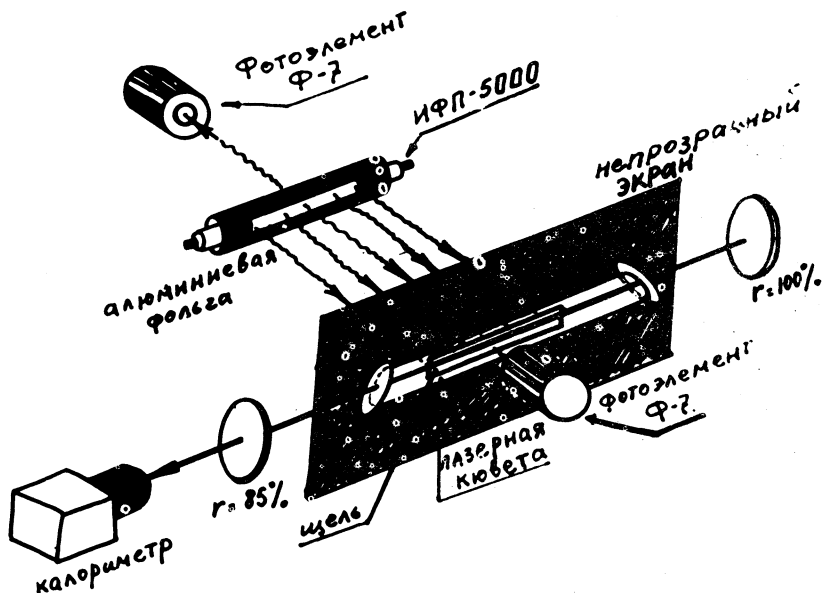
Измерение квантового выхода (т.е. отношения числа образованных в  ${}^2P_{1/2}$ -состоянии атомов йода к числу поглощенных квантов накачки) дает информацию о суммарном действии различного рода возможных процессов, влияющих на число образующихся в состоянии  ${}^2P_{1/2}$  атомов йода. Измерение величины ФДЛ может быть, в частности, полезным при исследовании химических реакций, протекающих в активной среде фотодиссоциации /1/, /2/.

На рис. 1 представлена схема, с помощью которой были проведены измерения величины  $\eta$ . Перед кварцевой лазерной киветой диаметром 25 мм, вплотную к ней, ставился непрозрачный экран, в котором вырезалась щель длиной 10 см и шириной 1 см. На расстоянии 25 см по нормали к плоскости экрана располагалась лампа-вспышка типа ИФП-5000, обернутая в алюминиевую отражательную фольгу кроме участка длиной 10 см и шириной 1 см. Открытые участки киветы и лампы-вспышки располагались в одной плоскости и параллельно друг другу. Описанное расположение светящегося открытого участка лампы относительно облучаемого участка лазерной киветы позволяло добиться однородной засветки помещенной в кивету лазерной среды. Неоднородность засветки края освещаемого участка киветы относительно ее центра составляла не более 4%.

С помощью фотозлемента типа Ф-7, прокалиброванного на абсолютное измерение величины спектральной яркости в полосе поглощения  $C_3F_7J$  (см. рис. 2), служившего рабочим веществом ФДЛ, измерялась интенсивность накачки  $I$ . Калибровка фотозлемента Ф-7 производилась с помощью стандарта яркости ЭВ-45 /3/ по методике,

описанной в /4/. Численным интегрированием определялось число поглощенных молекулами  $C_3F_7J$  квантов накачки А

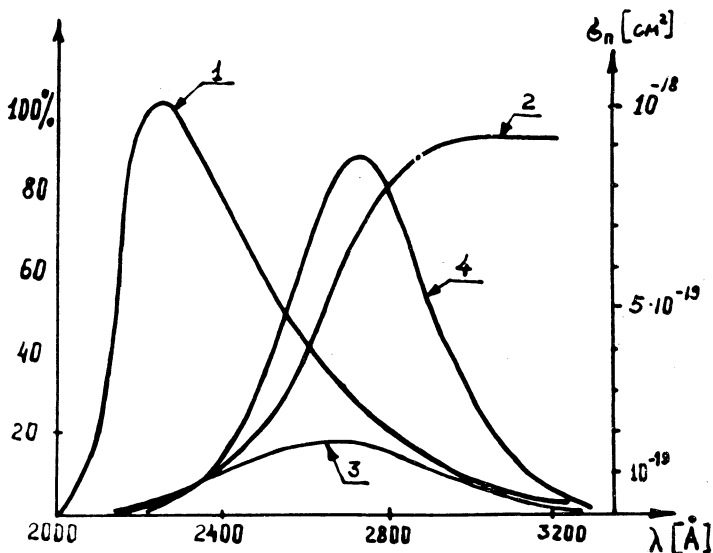
$$A = \frac{\Delta t S I \bar{h\nu}}{h\nu}, \quad B = \int_{\nu_1}^{\nu_2} \sigma_{\nu} d\nu, \quad (I)$$



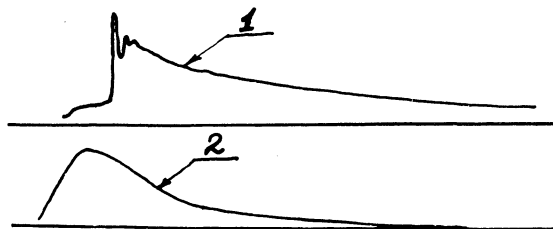
Р и с. I. Схема измерения квантового выхода. Второй фотоэлемент Ф-7 служит для контроля стабильности уровня накачки.

где  $l$  - внутренний диаметр кюветы в см;  $S$  - площадь кюветы, воспринимающая излучение накачки,  $см^2$ ;  $I$  - интенсивность накачки,  $вт.см^2/см^{-1}$ ;  $\Delta t$  - длительность накачки, сек;  $\sigma_{\nu}$  - сечение поглощения накачки молекулами  $C_3F_7J$ ,  $см^2$ ;  $N$  - число частиц  $C_3F_7J$ ,  $см^{-3}$ ;  $h\nu$  - средняя энергия кванта накачки в полосе поглощения  $C_3F_7J$ , Дж;  $(\nu_1 - \nu_2)$  - частотный интервал поглощения квантов накачки молекулами  $C_3F_7J$ ,  $см^{-1}$ .

Число образованных в возбужденном состоянии  $^2P_{1/2}$  атомов йода определялось по энергии генерации и энергии, тратящейся для выполнения порогового условия. Пороговая энергия определялась



Р и с. 2. Кривая относительной спектральной чувствительности фотозлемента (1); пропускание светофильтра УФС-I (2); относительная чувствительность фотозлемента с фильтром УФС-I (3); зависимость поглощения  $C_3F_7J$  от длины волны (4).



Р и с. 3. Импульсы генерации (1) и накачки (2). Давление  $C_3F_7J$  в кювете 5 тор.

следующим образом: при давлении  $C_3F_7J$  1,4 тор регистрировалась генерация с помощью фотодиода, но при давлении  $C_3F_7J$  1,3 тор генерация отсутствовала. Уровень накачки в обоих случаях оставался неизменным. Поскольку число образующихся возбужденных атомов йода при выполнении условия  $\delta N \ll 1$ , которое справедливо для данного конкретного случая, пропорционально давлению  $C_3F_7J$ , то для истинного значения числа образовавшихся в возбужденном состоянии  ${}^2P_{1/2}$  атомов йода справедливо выражение

$$N^* = \frac{E_T}{h\nu_0} \cdot \frac{P}{P - P_{II}}, \quad (2)$$

где  $E_T$  - энергия генерации, Дж;  $h\nu_0$  - энергия фотона генерации, Дж;  $P$  - давление  $C_3F_7J$ , тор;  $P_{II}$  - пороговое значение  $C_3F_7J$ , тор, начиная с которого возникает генерация при данном уровне накачки. Разделив (2) на (1), получим выражение для квантового выхода

$$\eta = \frac{E_T \nu}{\nu_0 (N - N_{II}) I \tau S V}. \quad (3)$$

Величины  $E_T$ ,  $\nu$ ,  $N$ ,  $N_{II}$ ,  $\tau$ ,  $I$  измерялись двенадцать раз. Были получены следующие значения этих величин со следующими значениями максимально возможных абсолютных погрешностей:

$$\begin{aligned} E_T &= (0,010 \pm 0,001) \text{ Дж}, \quad \nu = (3,71 \pm 0,02) \cdot 10^4 \text{ см}^{-1} \\ N &= (2,00 \pm 0,01) \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}, \quad N_{II} = (5,20 \pm 0,10) \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}, \\ \tau &= (3,00 \pm 0,10) \cdot 10^{-6} \text{ сек}, \quad I = (1,1 \pm 0,3) \text{ Вт/см}^2 \cdot \text{см}^{-1}. \end{aligned}$$

Зависимость  $\delta(\nu)$  определялась на спектрофотометре типа "Hitachi" (см. рис. 2), а затем численным интегрированием находилась величина  $V(I)$ . Последняя оказалась равной  $(5,81 \pm 0,12) \cdot 10^{-15} \text{ см}^2/\text{см}^{-1}$ . Величины  $l$  и  $S$  для используемой геометрии соответственно равны  $l = (1,000 \pm 0,005) \text{ см}$ ,  $S = (10,00 \pm 0,01) \text{ см}^2$ . После подстановки численных значений в (3) получим  $(\nu_0) = 7,6 \cdot 10^3 \text{ см}^{-1}$

$$\eta = \frac{10^{-2} \cdot 3,71 \cdot 10^4}{7,6 \cdot 10^3 (2 - 0,52) \cdot 10^{17} \cdot 1,3 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 5,81 \cdot 10^{-15}} = 1,7.$$

Максимально возможное значение абсолютной погрешности конечного результата (т.е. арифметическая сумма всех частных погрешностей) оказалось равным  $\pm 0,9$ . Среднеквадратичная погрешность конечно-

го результата 0,68. Таким образом, полученное значение квантового выхода  $1,7 \pm 0,9$  косвенно свидетельствует о наличии полезной химической реакции в смысле создания инверсии в ФДЛ.

Поступила в редакцию  
29 июня 1972 г.

#### Л и т е р а т у р а

1. Т. Л. Андреева, В. И. Малышев, А. И. Маслов, И. И. Собельман, В. Н. Сорокин. Письма в ЖЭТФ, 10, 423 (1969).
2. Т. Л. Андреева, С. В. Кузнецова, А. И. Маслов, И. И. Собельман, В. Н. Сорокин. Письма в ЖЭТФ, 10, 631 (1971).
3. М. И. Демидов, Н. Н. Огурцова, И. В. Подмошенский, В. М. Шелешина. ЖПС, 9, 365 (1968).
4. В. В. Еремин, А. Д. Клементов. Препринт ФИАН № 127, 1971 г.