

В работе [3] отмечалось увеличение ширины спектральных линий люминесценции ионов Nd^{3+} в $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ при уменьшении содержания фтора в кристалле (при отклонении от стехиометрического значения 3.77%). Аналогичное явление имеет место и для спектра ЭПР этой же системы (рис. 2). Отметим, что на образце с концентрацией фтора 2.36% сигнал ЭПР не наблюдался и экспериментальная точка на рис. 2, обведенная штриховой кривой, отражает величину ширины линии ЭПР, более которой сигнал ЭПР был бы не наблюдаем при таких интенсивностях сигнала.

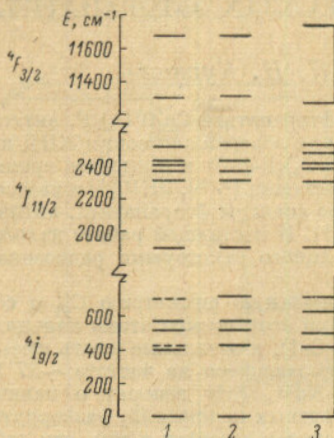


Рис. 1. Штарковская структура термов ${}^4F_{3/2}$, ${}^4I_{9/2}$, ${}^4I_{11/2}$ иона Nd^{3+} в монокристаллах $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$.

1 — эксперимент, согласно работе [1]; 2 — эксперимент, согласно работе [2]; 3 — расчет с использованием потенциала вида (1) с параметрами (3).

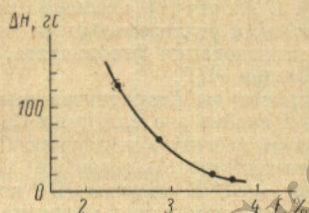


Рис. 2. Зависимость ширины линии ЭПР иона Nd^{3+} в монокристаллах $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ при различных содержаниях фтора в кристалле. $\nu = 37$ Гц, $H \parallel z$.

Авторы благодарны А. М. Морозову за предоставление кристаллов для исследования и М. В. Еремину за обсуждение полученных результатов.

Литература

- [1] R. C. Ohlmann, K. V. Steinbruegge, R. Mazelsky. *Appl. Opt.*, 7, 905, 1968.
- [2] З. М. Брук, Ю. К. Воронько, Г. В. Максимова, В. В. Осико, А. М. Прохоров, К. Ф. Шипилов, И. А. Щербаков. *Письма в ЖЭТФ*, 8, 357, 1968.
- [3] А. М. Морозов, Л. Г. Морозова, А. К. Трофимов, П. П. Феофилов. *Опт. и спектр.*, 29, 1106, 1970.
- [4] Д. М. Дараселли, Г. В. Максимова, А. А. Маненков. *Письма в ЖЭТФ*, 70, 361, 1969.
- [5] А. А. Каплянский, Е. Г. Кузьминов. *Опт. и спектр.*, 29, 706, 1970.
- [6] Л. Я. Шекув. *Опт. и спектр.*, 22, 776, 1967.

Поступило в Редакцию 5 апреля 1971 г.

УДК 530.182 : 537.226.1

ИЗМЕНЕНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ГАЗА В СИЛЬНОМ РЕЗОНАНСНОМ ПОЛЕ

С. Н. Мурзин и Б. Д. Осипов

Поглощение энергии сильного монохроматического поля частоты ω , близкой к резонансной частоте для какой-либо пары энергетических уровней твердого тела или газа, изменяет равновесное распределение частиц по уровням; в результате уменьшается коэффициент поглощения на частоте ω — собственно эффект насыщения, изменяются коэффициенты поглощения для переходов на смежные уровни — явление двойного

резонанса и, наконец, могут изменяться статические восприимчивости, магнитная и электрическая. В экспериментах по магнитному резонансу [1, 2] наблюдалось изменение статической магнитной восприимчивости твердого тела в сильном радиочастотном поле. Аналогичные наблюдения для электрической восприимчивости (диэлектрической проницаемости) не проводились.

Нами наблюдалось изменение статической диэлектрической проницаемости аммиака при насыщении сильных линий инверсионного спектра (переходы $J, K=3, 3; 2, 2; 1, 1$). Было найдено, что зависимость этого изменения от частоты внешнего поля близка к форме линии поглощения, а величина наблюдаемого эффекта по порядку величины хорошо согласуется с расчетом.

Р а с ч е т. На основе теории эффекта насыщения [3] может быть вычислено и изменение статической диэлектрической проницаемости газа под действием электрического поля $\mathcal{E}_0 \cos \omega t$, когда частота ω близка к резонансной частоте ω_{mn} одной из линий поглощения. Расчет показывает, что зависимость этого изменения от частоты внешнего

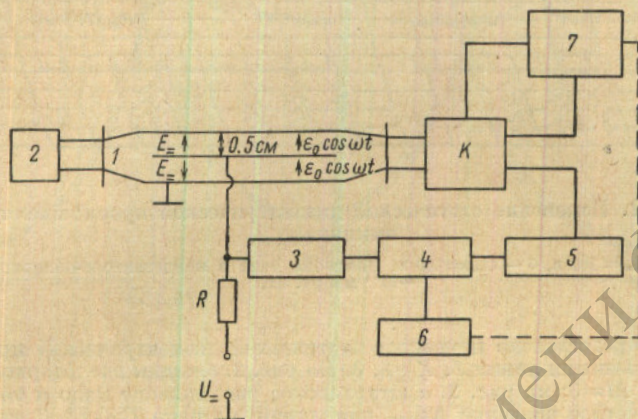


Рис. 1. Схема эксперимента.

1 — плоский конденсатор-волновод, 2 — прибор для контроля СВЧ мощности, 3 — узкополосный усилитель, 4 — синхронный детектор, 5 — модулятор на 75 кГц, 6 — самописец, 7 — автоподстройка частоты, K — кलिстроны.

поля имеет вид линии поглощения, причем изменение максимально при $\omega = \omega_{mn}$. Существует также оптимальное давление газа и соответствующее ему время между соударениями $\tau = \tau_{\text{опт.}}$, при котором эффект максимален.

Формула, определяющая наибольшее изменение статической проницаемости при заданной величине поля и при $\omega = \omega_{mn}$; $\tau = \tau_{\text{опт.}}$, имеет вид

$$\Delta \epsilon_{\text{max}} = \frac{\alpha_{\text{max}} \lambda}{4\pi} \frac{\mathcal{E}_0 |P_{mn}|}{\omega_{mn} \hbar} = \frac{\alpha_{\text{max}} \lambda}{4\pi} \frac{1}{\omega_{mn} \tau_{\text{опт.}}}, \quad (1)$$

где α_{max} — коэффициент поглощения в максимуме спектральной линии для газа, находящегося в термодинамическом равновесии; $\lambda = 2\pi c / \omega_{mn}$ — резонансная длина волны; $|P_{mn}|$ — матричный элемент дипольного момента.

Э к с п е р и м е н т. Для обнаружения малых изменений $\Delta \epsilon$, возникающих при действии на газ высокочастотного поля микроволнового диапазона ($\lambda \sim 1$ см), применен модуляционный метод. Схема эксперимента показана на рис. 1. Исследуемый газ помещен в плоский конденсатор, образованный стенками волновода прямоугольного сечения и центральным плоским электродом. Резонансное переменное поле создается генератором K (кलिстроном), излучение которого проходит через измерительный конденсатор-волновод. Для преобразования изменений емкости в переменное напряжение конденсатор заряжен через достаточно большое сопротивление R до потенциала $U_~$ порядка 100 в. При быстром изменении емкости конденсатора за счет изменения диэлектрической постоянной газа напряжение на нем изменится на величину

$$\Delta U = U_~ \frac{\Delta \epsilon}{\epsilon} = U_~ \frac{\Delta \epsilon}{\epsilon}. \quad (2)$$

Периодическое изменение диэлектрической постоянной газа, а значит, и переменное напряжение на конденсаторе получается путем периодического, с частотой 75 кГц, включения и выключения кलिстроны K. Кроме того, частота кलिстроны медленно изменяется устройством автоподстройки 7 вблизи резонансной частоты линии поглощения. Амплитуда изменений напряжения на конденсаторе регистрируется затем по обычной схеме: узкополосный усилитель — фазовый детектор — самописец, лента которого движется синхронно с изменением частоты кलिстроны.

Ввиду малости мощности клистрона, обеспечивающего плотность потока микроволнового излучения в измерительном конденсаторе около 1 мвт/см^2 , удается регистрировать эффект только от достаточно сильных линий поглощения.

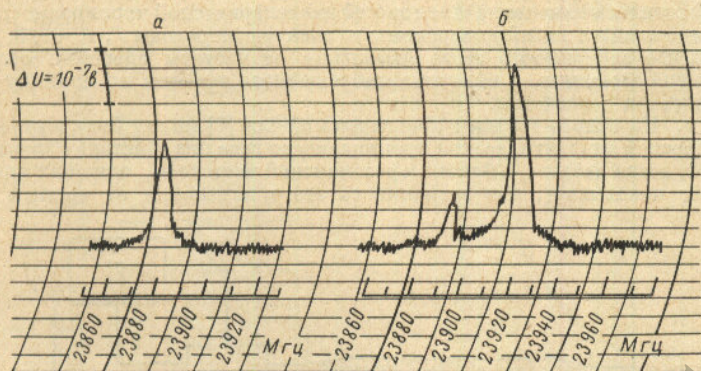


Рис. 2. Изменение статической диэлектрической проницаемости аммиака.

$a - U_m = 200 \text{ в}$, $b - U_m = 600 \text{ в}$. Давление газа в конденсаторе-волноводе $\sim 10^{-1} \text{ мм рт. ст.}$

На рис. 2 представлено изменение статической диэлектрической проницаемости аммиака при насыщении линии $J, K=3, 3$. На рис. 2, b видны две штарковские компоненты с $M=2$ и $M=3$; на рис. 2, a штарковское расщепление мало и компоненты не разрешены. Расчетное значение $\Delta \epsilon_{\text{max}}$ для линии аммиака $J, K=3, 3$, полученное из формулы (1) при плотности потока микроволнового излучения в 1 мвт/см^2 , составляет 10^{-9} , что по порядку величины хорошо совпадает с результатом эксперимента.

Литература

- [1] N. Bloembergen, R. Damon. Phys. Rev., 85, 699, 1952.
- [2] G. Candela. J. Chem. Phys., 42, 113, 1965.
- [3] R. Karplus, F. Schwinger. Phys. Rev., 73, 1020, 1948.

Поступило в Редакцию 31 мая 1971 г.

УДК 539.196.8

УДАРНЫЙ СДВИГ ЛИНИЙ В ПОЛОСЕ O_2 0.762 мкм В ЧИСТОМ КИСЛОРОДЕ

Т. Г. Адикс и В. И. Дианов-Клоков

В [1] нами опубликованы результаты измерения ударных сдвигов линий в полосе O_2 0.762 мкм в смеси 20% $O_2 + 80\% N_2$. В настоящее время аналогичные измерения выполнены для случая чистого ($\approx 99\% O_2$) кислорода. Была использована описанная в [1] методика просвечивания двух слоев газа, находящихся при разном давлении (давления в слое чистого O_2 $p_2 = 10$ и 4 атм.; в воздушном слое сравнения $p_1 = 1$ атм.), и проведена аналогичная обработка спектрограмм. За счет дополнительной юстировки разрешение спектрометра ДФС-13-2 в области 0.76 мкм улучшено до 0.1 см^{-1} вместо 0.15 см^{-1} в [1].

Все обследованные 14 линий P -ветвей ($\nu = 13114.1 \div 13068.1 \text{ см}^{-1}$) обнаруживают «красный» сдвиг, т. е. $\Delta \nu = \sqrt{\nu^{(p_2)}} - \sqrt{\nu^{(p_1)}} < 0$ при $p_2 > p_1$. Полученные величины сдвигов в среднем составляют $\Delta \nu_{O_2-O_2} \approx -0.004 \pm 0.002 \text{ см}^{-1}/\text{атм.}$ при $T = 293^\circ$ и в пре-