

щиеся от описанных здесь вариационные оценки для второй смешанной производной от энергии по параметрам статических возмущений были недавно предложены Крупниковым, а для поправки к диагональным матричным элементам — Дмитриевым и Юрьевым [4].

Литература

- [1] Т. К. Ребане. *Опт. и спектр.*, 21, 118, 1966.
 [2] Г. Плачек. Релеевское рассеяние и рамановский эффект, стр. 8—21. ОНТИ, Харьков—Киев, 1935.
 [3] М. G ö r r e r t - M a y e r. *Annalen d. Physik*, 9, 273, 1931.
 [4] Ю. Ю. Дмитриев, М. С. Юрьев. *Вестн. ЛГУ*, № 16, 1966.

Поступило в Редакцию 28 апреля 1966 г.

УДК 535.2.01

УСИЛЕНИЕ СВЕТА СРЕДОЙ С ПЕРЕМЕННЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ПРЕЛОМЛЕНИЯ

О. Я. Савченко

В работе [1] показано, что оптическая среда в переменном магнитном поле вызывает усиление света; коэффициент усиления κ определяется формулой

$$\kappa \approx (n_p^2 - 1) \frac{v}{c} \frac{2\dot{\nu}_p}{(\nu - \nu_p)^2}, \quad \left| \frac{\nu - \nu_p}{\nu} \right| \ll 1, \quad (1)$$

где $\nu - \nu_p$ — разность частоты света и резонансной частоты, n_p — коэффициент преломления среды.

В предлагаемой заметке этот результат оправдывается энергетическим балансом системы (среда с переменным коэффициентом преломления + поле излучения) и тем самым обобщается на все среды с переменным коэффициентом преломления. Для простоты рассматривается система из N двухуровневых молекул. В этой системе, если амплитудная напряженность поля излучения равна E , имеется усредненная вероятность того, что молекулы системы (ранее не возбужденные) будут находиться в верхнем энергетическом состоянии (в обозначениях [2])

$$P = \frac{e^2 E^2}{6\hbar^2} \frac{|r_{ik}|^2}{(\nu - \nu_p)^2}. \quad (2)$$

Следовательно, вся система в целом будет обладать колебательной энергией

$$W = NPh\nu = \frac{Ne^2 E^2}{6\hbar} \frac{\nu |r_{ik}|^2}{(\nu - \nu_p)^2}. \quad (3)$$

Если ν_p меняется достаточно медленно

$$|\dot{\nu}| \ll |\nu - \nu_p|^2, \quad (4)$$

формула (3) удовлетворяется в любой момент времени. Следовательно, колебательная энергия оптической среды меняется со скоростью

$$\dot{W} = - \frac{Ne^2 E^2}{3\hbar} \frac{\nu \dot{\nu}_p |r_{ik}|^2}{(\nu - \nu_p)^3} = - \frac{E^2}{4\pi} (n^2 - 1) \frac{\nu \dot{\nu}_p}{(\nu - \nu_p)^2}. \quad (5)$$

Предположение, что эта энергия отдается полю излучения, равнозначно наличию в среде добавочного коэффициента усиления

$$\kappa = (n_p^2 - 1) \frac{\nu}{c} \frac{2\dot{\nu}_p}{(\nu - \nu_p)^2}. \quad (6)$$

Формулы (1) и (6) совпадают. Таким образом, результат работы [1], который отражен в формуле (1), имеет наглядный физический смысл: усиление света в среде с переменным коэффициентом преломления вызывается переходом «избыточной» колебательной энергии оптической среды в энергию поля излучения.¹

¹ Переход «избыточной» колебательной энергии возможен и в другие формы энергии, в частности в энергию внешней электрической цепи [3], в тепловое движение.

Можно показать, что вблизи резонанса максимальный коэффициент усиления [1]

$$\max \kappa \approx (n_p^2 - 1) \frac{\nu}{c}, \quad (7)$$

как и в (1), n_p — часть показателя преломления, обусловленная резонансным переходом.

Поэтому была бы интересна попытка использовать среды с большим n_p в качестве накопителя колебательной энергии, с последующим высвобождением этой энергии в виде импульсного излучения при импульсном изменении коэффициента преломления этой среды.

Автор благодарит участников семинара Института радиофизики и электроники СО АН СССР за обсуждение этой работы.

Литература

- [1] О. Я. Савченко. *Опт. и спектр.*, 9, 223, 1961.
 [2] А. Зоммерфельд. *Строение атома и спектры*, т. 2. ГИТТЛ, М., 1956.
 [3] Л. П. Питаевский. *ЖЭТФ*, 39, 1450, 1960.

Поступило в Редакцию 29 апреля 1966 г.

УДК 535.37 + 535.34 : 546.65-161.6

ПОГЛОЩЕНИЕ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ТРЕХВАЛЕНТНЫХ ИОНОВ РЕДКИХ ЗЕМЕЛЬ ВО ФТОРОБЕРИЛЛАТНОМ СТЕКЛЕ

И. А. Жмырева, И. В. Ковалева, В. П. Колобков,
П. И. Кудряшов, Г. А. Мокеева, Г. Т. Петровский
и Г. А. Цурикова

Стекла на основе фтористого бериллия в последнее время привлекают внимание как новые среды, хорошо активизирующиеся редкоземельными элементами [1, 2]. В данной работе представлены общие сведения о спектральных характеристиках фторобериллатных стекол, содержащих трехвалентные ионы Ce, Pr, Sm, Eu, Tb, Gd, Dy, Ho, Er, Tm, Yb. Соотношение компонентов стекла (фторидов бериллия, калия, кальция и алюминия) было подобрано таким образом, чтобы обеспечить малую склонность к кристаллизации. Измерение спектров и длительностей люминесценции проводилось на установках, использованных в [3-5].

Спектры редкоземельных активаторов во фторобериллатных стеклах (см. рисунок) в основных чертах подобны спектрам соответствующих кислородсодержащих стекол [3-7]. У большинства исследованных элементов группы переходов между отщепленными 5L_7 -уровнями представлены полосами с полуширинами, в 1.5—2 раза меньшими, чем в кислородсодержащих стеклах. Такое сужение полос, по-видимому, обусловлено более высокой степенью упорядоченности структурной сетки фторобериллатного стекла и уменьшением «кристаллического» расщепления термов вследствие ослабления поля, создаваемого ближайшим окружением ионов активаторов [2]. Сравнительный анализ структуры длинноволновых полос поглощения и люминесценции ионов Er^{3+} и Ho^{3+} во фторобериллатных (см. рисунок) и в кислородсодержащих [3-4] стеклах действительно показывает, что среднее кристаллическое поле в первом случае значительно слабее. Аналогичный вывод по спектрам иона Nd^{3+} сделан в работе [2].

Длительности люминесценции для большинства исследованных активаторов во фторобериллатных стеклах (см. рисунок) близки к значениям, наблюдаемым в кислородсодержащих стеклах [3-5]. Так как использованные нами образцы имели большую толщину (10 мм), не исключено, что в некоторых случаях значения τ завышены вследствие перепоглощения.

Данные, приведенные на рисунке для европия, иллюстрируют возможность перевода этого элемента в восстановительных условиях в двухвалентную форму. Облегчение этого процесса является большим преимуществом новых сред перед кислородсодержащими [1].

Высокая прозрачность фторобериллатных стекол в широкой спектральной области облегчает изучение люминесценции редких земель и, в частности, дает возможность наблюдать процессы, связанные с возбуждением высоких термов. В этом отношении прежде всего представляют интерес данные, полученные для трехвалентных ионов гадолиния и церия. Ион Gd^{3+} во фторобериллатном стекле имеет три группы