

УДК 621.375.82

ФИЗИКА

Р. Х. Драмлян, М. Е. Мовсесян

**Влияние внешнего постоянного магнитного поля на вынужденное электронное комбинационное рассеяние в парах калия**

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаэляном 10/III 1975)

Взаимодействие резонансного излучения с парами щелочных металлов исследовалось рядом авторов. Наблюдались такие нелинейные эффекты, как уширение спектра резонансного излучения, вынужденное электронное комбинационное рассеяние (ВЭКР), трехфотонное рассеяние, высокочастотный Штарк-эффект и т. д. (1-6). Для более детального изучения многофотонных процессов и при рассмотрении поляризационных вопросов представляет интерес исследовать эти процессы в постоянном магнитном поле, когда вырождение атомных уровней по магнитному квантовому числу снимается (7). В настоящей работе экспериментально исследовалось влияние внешнего постоянного магнитного поля на процесс ВЭКР в парах калия. Насколько нам известно, такой эксперимент проводится впервые.

В качестве резонансного излучения в нашем эксперименте использовалась 1-стоксовая компонента ВКР нитробензола ( $\omega' = 13055 \text{ см}^{-1}$ ) мощностью  $\sim 10 \text{ Мвт/см}^2$ , возбуждаемая рубиновым лазером, с расстройкой резонанса  $\pm = 12 \text{ см}^{-1}$  к атомному переходу  $4S_{1/2} - 4P_{3/2}$  ( $\omega_0 = 13043 \text{ см}^{-1}$ ) паров калия. Исследования проводились с циркулярно поляризованным возбуждающим излучением. Схема экспериментальной установки позволяла различать правые и левые круговые поляризации света.

Эксперименты показали, что поляризация излучения ВЭКР, связанная с переходом  $4P_{3/2} - 4P_{1/2}$  обратна по знаку поляризации возбуждающего излучения. При наличии внешнего постоянного магнитного поля  $H \sim 30 - 40 \text{ кэрстед}$  наблюдалось значительное ослабление интенсивности излучения ВЭКР, которое полностью исчезало в регистрируемом спектре при полях  $H \sim 50 \text{ кэрстед}$  (температура паров калия  $320^\circ\text{C}$ , что соответствует плотности атомов  $n = 2 \times 10^{16} \text{ атомов/см}^3$ ). Этот эффект наблюдался как для правой, так и для левой круговых поляризаций возбуждающего излучения. Следует указать, что частоты ВЭКР

и отсутствии магнитного поля и в поле  $H$  должны отличаться из-за зеемановского расщепления. В наших экспериментах это смещение частоты четко не удалось наблюдать из-за малой дисперсии используемого спектрографа.

Полученные результаты можно объяснить, приняв во внимание релаксационные процессы между магнитными подуровнями и влияние на них внешнего постоянного магнитного поля. При взаимодействии интенсивного резонансного излучения с парами калия уровни  $4P_{3/2}$  может существенно заселиться как за счет трехфотонного процесса

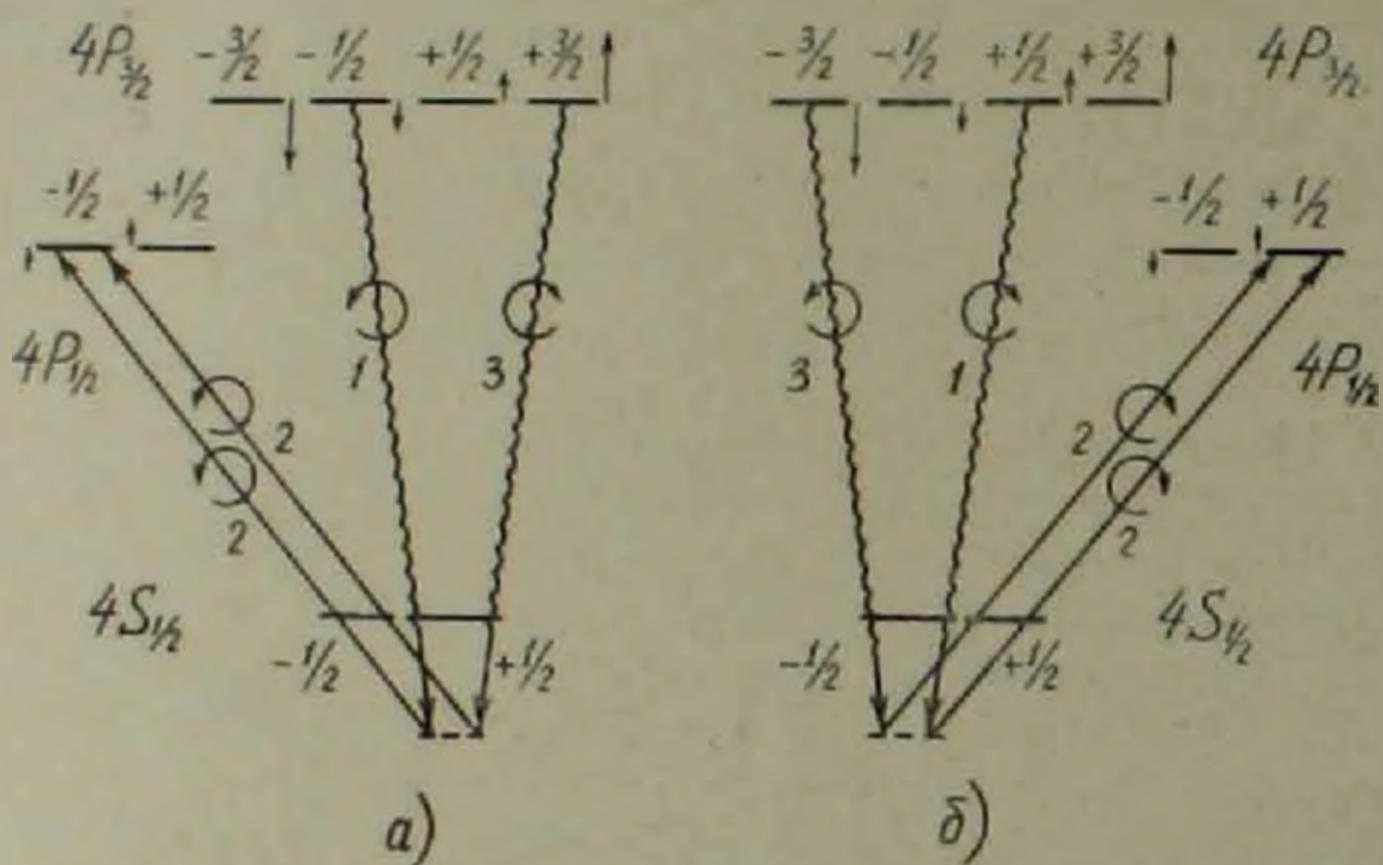


Рис. 1. Схемы процесса ВЭКР для поляризованного по левому кругу (а) и по правому кругу (б) возбуждающего излучения. Вертикальные стрелки указывают направления сдвига подуровней при включении магнитного поля

$(2\omega' - \omega_0)$  (<sup>2</sup>), так и за счет однофотонного поглощения, если линия задающего излучения достаточно широка (<sup>1</sup>). Перенаселенность уровня  $4P_{3/2}$  по отношению к  $4P_{1/2}$  приводит к процессу ВЭКР. Рассмотрим возможные схемы образования ВЭКР для случаев правой и левой циркулярной поляризации возбуждающего излучения (рис. 1). Если возбуждающее излучение поляризовано по левому кругу, то заселяются подуровни  $m = -1/2, -3/2$  уровня  $4P_{3/2}$ . Согласно правилу отбора по магнитному квантовому числу  $m$ , процесс ВЭКР может идти с подуровней  $m = -1/2$  и  $m = +3/2$  (рис. 1.а). Относительные вероятности этих процессов соответственно равны 1 и 3 (<sup>3</sup>). Причем излучение ВЭКР с подуровня  $m = -1/2$  будет поляризовано по левому кругу, а с подуровня  $m = +3/2$  по правому кругу. Как уже указывалось, регистрируемая на эксперименте линия ВЭКР имеет поляризацию, обратную поляризации возбуждающего излучения. Отсюда следует, что ВЭКР идет с подуровня  $m = +3/2$ , который непосредственно не заселяется. Можно предположить, что заселение этого подуровня происходит за счет релаксаций с заселенных подуровней  $m = -1/2, -3/2$ , вызванных соударениями атомов калия между собой. Расчеты показы-

вают (<sup>10</sup>), что время этих релаксаций  $\tau \sim 10^{-10}$  сек при плотности атомов  $n \sim 10^{18}$  атомов/см<sup>3</sup>. При включении внешнего постоянного магнитного поля уровни энергии расщепляются из-за эффекта Зеемана. Для подуровня  $m = +1/2$  уровня  $4P_{3/2}$  смещение  $\Delta E_{\text{Зееман}} \approx 5 \text{ см}^{-1}$  при  $H = 5^{\circ}$  кэрстед. Вследствие раздвижения магнитных подуровней в поле  $H$  релаксация между ними уменьшится, что должно привести к постепенному ослаблению интенсивности излучения ВЭКР с увеличением магнитного поля. В достаточно сильных магнитных полях ВЭКР в спектре может отсутствовать.

Аналогичные рассуждения справедливы и для случая возбуждения волной, поляризованной по правому кругу (рис. 1,б). Таким образом результаты наших экспериментов можно объяснить исходя из сделанного выше предположения о релаксациях.

В заключение укажем, что влияние высокочастотного Штарк-эффекта (<sup>11</sup>) на указанные выше процессы будет различно в зависимости от того, совпадают или являются противоположными направлениями штарковского и зеемановского сдвигов подуровней при различных знаках круговой поляризации возбуждающего излучения. Для выяснения этих вопросов проводятся более детальные количественные измерения с учетом динамики развития этих процессов.

Институт физических исследований  
Академии наук Армянской ССР

Թ. Կ. ԿՐԱՄՓՅԱՆ, Մ. Կ. ՄՈՂՈՒՍՅԱՆ

Արտաբնիկ հաստատուն մագնիսական դաշտի ազդեցությունն ստիպողական էլեկտրոնային կոմբինացիոն ցրման վրա կայիումի դիտչիներում

Առաջին անգամ կատարված է ատոմական կայիումի դիտչիներում ստիպողական էլեկտրոնային կոմբինացիոն ցրման (ՍէԿՑ) պրոցեսի էքսպերիմենտալ ուսումնասիրությունն արտաբնիկ հաստատուն մագնիսական դաշտում:

Մագնիսական 30—50 կէրստեդ դաշտի և  $n \sim 10^{18}$  ատոմ/սմ<sup>3</sup> ատոմների խտության դեպքում գրանցվող սպեկտրում դիտվել է ՍէԿՑ ճառագայթման գծի թուլացում և փերացում:

#### ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱՄՓՅԱՆԻ ԳՐԱԿԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> В. М. Арутюнян, Н. Н. Бадальян, В. А. Ирадян, М. Е. Мовсисян, ЖЭТФ, 58, 17 (1970). <sup>2</sup> P. P. Sorokin, N. S. Shiren, J. B. Lankard, E. C. Hampton, T. G. Kozuaka, Appl. Phys. Lett. 10, 44 (1967). <sup>3</sup> В. М. Арутюнян, Н. Н. Бадальян, В. А. Ирадян, М. Е. Мовсисян, ЖЭТФ, 60, 62, (1971). <sup>4</sup> М. Е. Мовсисян, Докторская диссертация, ФИАН, 1971. <sup>5</sup> Sh. Haraq, Sh. Vatsiv, Phys. Rev. A, 3, 382 (1971). <sup>6</sup> В. М. Арутюнян, Т. А. Папазян, К. С. Чулингарян, А. В. Кармениян, С. М. Саркисян, ЖЭТФ, 66, 509 (1974). <sup>7</sup> W. Harper, B. S. Mathur, Phys. Rev. Lett. 18, 727 (1967). <sup>8</sup> Л. Д. Невлевт, Т. Я. Карагодовт, М. А. Кознер, ЖЭТФ 62, 1681 (1972). <sup>9</sup> П. П. Теофилов, Поляризованная люминесценция атомов, молекул и кристаллов. Физматгиз, М., 1959. <sup>10</sup> C. G. Carrington, D. N. Stacey, J. Cooper, J. Phys. B: Atom Molec. Phys. 6, 417 (1973). <sup>11</sup> А. М. Божь-Бруевич, В. А. Ходовой — УФН, 93, 71 (1967).