

мнимую часть массового оператора в показателе экспоненты. Окончательно:

$$M(p_0) = \frac{2\pi Q}{ms} g^2 \left[ \ln \frac{Q}{ms} - i\pi \right] \left[ 1 - e^{-\frac{p_0}{g^2 \frac{2\pi Q}{ms} \ln \frac{Q}{ms}}} \right] \theta(p_0). \quad (21)$$

Для  $p_0 < 0$  массовый оператор получается заменой  $p_0 \rightarrow -p_0$  в (21).

§ 2. Спектр и плотность состояний. Для спектра и плотности состояний справедливы формулы, полученные в [1], соответственно в области  $p_0 < 0$  и  $p_0 > 0$  (с заменой в последнем случае  $p_0 \rightarrow -p_0$ ).

Как видно из (21), в случае, когда

$$\frac{Q}{ms} \gg 1, \quad (22)$$

массовый оператор вообще не зависит от параметра  $\gamma$ . (Это справедливо с точностью до членов порядка  $ms/Q$ , в следующих приближениях по этому параметру зависимость от  $\gamma$ , разумеется, появится). Это вполне понятно. Условие (22) означает, что плотность состояний слабо изменяется при малых энергиях (вблизи особенности) и может быть представлена двумя «ступеньками» соответственно в области положительных и отрицательных энергий. Тогда взаимодействие с фононами приводит к размытию каждой из ступенек согласно (21).

Автор глубоко признателен В. Л. Бонч-Бруевичу за постоянное внимание к работе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дрожжов Ю. П. Массовый оператор электронов, взаимодействующих с акустическими фононами в окрестности особой точки Ван-Хова. — Вестн. Моск. ун-та. Физ., астроном., 1979, 20, № 4, 13—22.
2. Бонч-Бруевич В. Л. Спектральные представления массового и поляризационного оператора при произвольных температурах. — ДАН СССР, 1962, 147, 1049—1051.
3. Бонч-Бруевич В. Л., Тябликов С. В. Метод функций Грина в статистической механике. М., 1961. 420 с.

Поступила в редакцию  
11.07.78

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1980, Т. 21, № 2

УДК 550.838.08

А. Л. КОТКИН, В. В. МАЙОРИН, Р. М. УМАРХОДЖАЕВ

#### О ФОРМЕ СИГНАЛА ХАНЛЕ В СКРЕЩЕННЫХ ЛУЧАХ

Эффект Ханле в основном используется для измерения сверхслабых магнитных полей [1]. При создании стабилизатора нулевого магнитного поля сигнал ошибки должен иметь вид дисперсионной кривой.

Для получения дисперсионной формы сигнала Ханле без применения модуляционной методики была использована техника скрещенных лучей [2, 3].

Экспериментальная установка схематически показана на рис. 1.

Луч ориентации, направленный по оси  $x$ , создается источником 1, излучение которого содержит  $D_1$  и  $D_2$  линии излучения атомов цезия, проходит через световод 2, циркулярный поляризатор 3, ячейку поглощения 4 и детектируется фотодиодом 5. Сигнал с выхода фотодиода 5 поступает на регистратор 6.

Детектирующий луч, направленный по оси  $y$ , создается тем же источником 1, проходит через световод 7, интерференционный фильтр 8, линейный поляризатор 9, ячейку поглощения 4, анализатор 10 и детектируется фотодиодом 11. Сигнал с выхода фотодиода 11 усиливается усилителем постоянного тока 12 и фиксируется регистратором 13. При создании циркулярной поляризации излучения детектирующего луча линейный поляризатор 9 заменяется на циркулярный, а анализатор 10 удаляется.

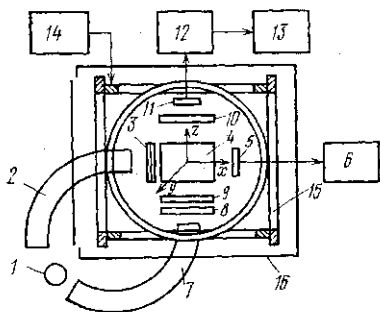


Рис. 1

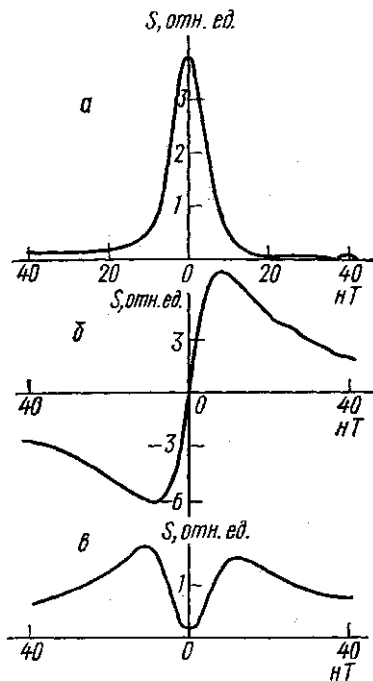


Рис. 2

Компенсация компонент магнитного поля до нулевых значений и развертка поля по направлению оси  $z$  осуществляется колечной системой 15 и генератором 14. Двухслойный магнитный экран 16 служит для ослабления земного магнитного поля на три порядка и для уменьшения влияния сетевых помех.

В эксперименте ориентация атомов цезия осуществляется резонансным циркулярно поляризованным излучением линий  $D_1$  и  $D_2$ . Сигнал Ханле наблюдается с помощью детектирующего луча, имеющего различную поляризацию и спектральный состав. Интенсивность детектирующего луча выбирается такой, чтобы уменьшение амплитуды сигнала, наблюдаемого по лучу ориентации, не превышало 10%.

Учитывая, что детектирующий луч формируется от того же источника, что и луч ориентации, следует предположить резонансный характер детектирующего излучения. В этом случае, если излучение детек-

тирующего луча циркулярно поляризовано, должен наблюдаться сигнал вида [4]

$$S = k \frac{\Gamma \omega}{\Gamma^2 + \omega^2},$$

где  $\Gamma$  — ширина линии сигнала Ханле,  $\omega$  — частота прецессии Лармора,  $k$  — коэффициент пропорциональности, зависящий от рабочего вещества и степени его намагниченности под действием оптической ориентации, если же излучение детектирующего луча линейно поляризовано, то сигнал не ожидается.

При экспериментальном наблюдении сигнала Ханле в зависимости от поляризации детектирующего луча и его спектрального состава обнаружены сигналы, отличные от ожидаемых. Сводка экспериментальных данных и вид получаемых сигналов приведены в таблице.

Детектируемый луч	Анализатор сигнала в относительных единицах	$\varphi^\circ$	Вид сигнала
1 $D_1(\sigma) \cdot D_2(\sigma)$	8	—	
2 $D_1(\sigma)$	5	—	
3 $D_2(\sigma)$	1	—	
4 $D_1(\pi) \cdot D_2(\pi)$	2,5	$0^\circ$	
5 $D_1(\pi) \cdot D_2(\pi)$	1,5	$45^\circ$	
6 $D_1(\pi) \cdot D_2(\pi)$	2,0	$90^\circ$	
7 $D_1(\pi)$	1,0	$0^\circ$	
8 $D_1(\pi)$	1,5	$45^\circ$	
9 $D_1(\pi)$	1,0	$90^\circ$	

На рис. 2 показаны записи сигналов, полученных при воздействии на ориентированную систему атомов цезия детектирующего луча, состоящего из линейно поляризованного излучения одной  $D_2$ -линии. Запись сигналов произведена для трех значений углов между поляризатором и анализатором:  $\varphi = 0^\circ$  (а),  $45^\circ$  (б) и  $90^\circ$  (в).

Наблюдение сигнала Ханле при линейной поляризации детектирующего луча, возможно, обязано наличию нерезонансных компонент детектирующего луча, что может быть связано, например, со сверхтонкой структурой линии излучения, а также, с тем обстоятельством что центр линий излучения спектральной лампы сдвинут относительно центра линии поглощения ячейки из-за различных столкновительных механизмов [5] в лампе.

Выяснение причин, вызывающих модификацию формы наблюдаемых сигналов, требует дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cohen-Tannoudji C., Dupont-Roc J., Haroche S., Laloé F. Diverses résonances de croisement de niveaux sur des atomes pompés optiquement en champ hvl. Application a la mesure de champs faibles.— Rev. phys. appl., 1970, 5, N 1, 102—108.
2. Cohen-Tannoudji C. Theorie quantique du cycle de pompage optique.— Annales de Physique, 1962, 7, 423—469.
3. Gozzini A. Sur le pouvoir rotatoire magnetique des atoms optiquement orientes.— C. R. Acad. Sci., 1962, 255, 1905—1906.
4. Чайка М. П. Интерференция вырожденных атомных состояний. Л., Изд-во ЛГУ, 1975, 192 с.
5. Дашевская Е. И., Кобзева Е. А. Приближенный расчет сечений уширения и сдвига спектральных линий.— Опт. и спектр., 1975, 39, вып. 4, 623—628.

Поступила в редакцию  
20.12.78