

## О ВОЗМОЖНЫХ МЕТОДАХ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВНЫХ МОЛЕКУЛ ДЛЯ МОЛЕКУЛЯРНОГО ГЕНЕРАТОРА

Н. Г. Басов и А. М. Прохоров

Как было указано в статье [1], для создания спектроскопов высокой разрешающей силы необходимо использование молекулярных пучков. В этой же статье было указано на возможность создания молекулярного генератора. Активные молекулы для получения режима самовозбуждения в молекулярном генераторе предлагалось получать путем отклонения молекул пучка в неоднородных электрических или магнитных полях. Такой способ получения активных молекул был применен в построенном молекулярном генераторе [2].

Имеется еще другой путь получения активных молекул, а именно, предварительное облучение молекулярного пучка вспомогательным высокочастотным полем, вызывающим резонансные переходы между различными уровнями молекул. На рис. 1 и 2 указаны возможные варианты использования вспомогательного излучения частоты  $\nu_{всп}$  для обогащения верхнего уровня в целях получения режима самовозбуждения на частоте  $\nu_r$ .

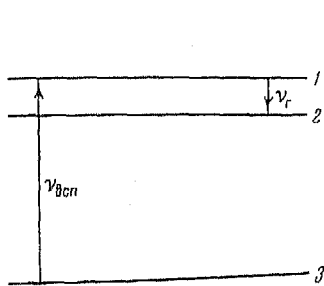


Рис. 1

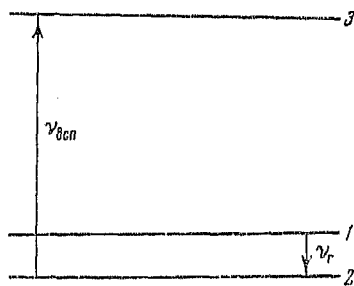


Рис. 2

В случае, изображенном на рис. 1, активные молекулы на первом уровне получают за счет переброса высокочастотным полем молекул с третьего уровня. Если высокочастотное поле обладает достаточной мощностью, так что достигается эффект насыщения, то число активных молекул равно

$$\frac{1}{2}(N_3 - N_1) + N_1 - N_2, \quad (1)$$

где  $N_i$  — число молекул на  $i$ -м уровне.

Число активных молекул на первом уровне увеличивается с увеличением разности энергий между первым и третьим уровнями по отношению к разности энергий между первым и вторым уровнями. При этом следует учитывать, что число молекул на уровнях при термодинамическом равновесии определяется фактором Больцмана

$$N_i \sim e^{-E_i/kT}, \quad (2)$$

где  $E_i$  — энергия  $i$ -го уровня;  $T$  — абсолютная температура молекул пучка.

Те же рассуждения справедливы для случая, изображенного на рис. 2, только вместо увеличения числа молекул на первом уровне здесь происходит уменьшение числа молекул на втором уровне. Число активных молекул в этом случае равно

$$\frac{1}{2}(N_2 - N_3) + N_1 - N_2. \quad (3)$$

Предложенные нами методы могут быть использованы, например, в следующих случаях.

1) Уровни 1 и 2 являются соседними вращательными уровнями, принадлежащими к одному и тому же колебательному состоянию молекул, а уровень 3 принадлежит к соседнему колебательному состоянию молекулы, причем вращательное квантовое число этого уровня отличается от вращательного квантового числа уровней 1 и 2 на  $\Delta J = 0, \pm 1$ .

Удобно пользоваться переходами между колебательными уровнями с изменением  $\Delta J = \pm 1$ , так как в этом случае предъявляются не слишком высокие требования к монохроматичности вспомогательного излучения. Так как переходы между колебательными уровнями большинства молекул попадают в инфракрасную область спектра, то вспомогательное излучение должно принадлежать к этой области частот. Следует заметить, что мощность тепловых источников инфракрасного излучения существующей в настоящее время конструкции недостаточна для получения эффекта насыщения.

2) Уровни 1, 2 и 3 являются вращательными уровнями молекул типа асимметричного волчка.

3) Уровни 1 и 2 являются уровнями сверхтонкой структуры, принадлежащими к одному и тому же вращательному состоянию, а уровень 3 является уровнем сверхтонкой структуры соседнего вращательного уровня по отношению к 1 и 2<sup>1</sup>.

4) Уровни 1 и 2 являются уровнями, обусловленными инверсионным удвоением, принадлежащими к одному и тому же вращательному состоянию, а уровень 3 является одним из инверсионных уровней соседнего вращательного состояния.

Предложенные методы могут позволить получить достаточное число активных молекул в целях создания низкочастотных молекулярных генераторов.

Физический институт им. П. Н. Лебедева  
Академии наук СССР

Поступило в редакцию  
1 ноября 1954 г.

#### Литература

[1] Н. Г. Басов и А. М. Прохоров. ЖЭТФ, 27, 431, 1954.— [2] С. Н. Townes и др. Phys. Rev., 95, 282, 1954.

### К ВОПРОСУ О ПОЛУЧЕНИИ МЕТАСТАБИЛЬНОЙ МОДИФИКАЦИИ ТАЛЛИЯ

*Э. И. Абаулина и Н. В. Заварицкий*

Для выяснения роли кристаллической решетки в явлении сверхпроводимости представляет интерес исследования различных кристаллических модификаций одного и того же вещества при низких температурах. Известны три металла: таллий, титан и цирконий, у которых  $\alpha$ -модификация является сверхпроводящей, а  $\beta$ -модификация при низких температурах не исследована.

Одним из способов получения высокотемпературной модификации в метастабильном состоянии является резкая закалка. Об успешной закалке чистого вещества нам известно единственное сообщение [1]. В этой работе рентгенографически исследована модификация таллия (препарат Кальбаума), полученная быстрым охлаждением расплавленного металла в ледяной воде. Как известно, таллий при температуре 235°С претерпевает аллотропическое превращение, при котором гексагональная плотная упаковка переходит в кубическую объемноцентрированную [2]. По данным [1] закаленный образец обладает кубической границентрированной решеткой.

Нами была предпринята попытка получения и низкотемпературного исследования метастабильной модификации таллия (чистоты 99,98%). Закалка производилась несколькими методами.

1. Таллий, расплавленный на пламени буизеновской горелки в стеклянной пробирке, выливался в глубокий сосуд с водой, охлажденной льдом (метод, примененный в работе [1]).

2. Во избежание кристаллизации таллия из расплава сразу в стабильной при 0°С  $\alpha$ -модификации образец перед закалкой медленно охлаждался в печи от температуры плавления (303°С) до 290°С. Образец приготавливался затягиванием расплавленного таллия в тонкий, покрытый изнутри колотью капилляр, с толщиной стенок менее 0,1 мм.

3. Для большей резкости закалки расплавленный таллий выливался в вакууме из медную поверхность, охлажденную до температуры жидкого воздуха.

Непосредственно после приготовления образцы рентгенографически исследовались. Оказалось, что рентгенограммы закаленных образцов не отличаются от рентгенограмм обычного таллия.

Было проведено также измерение магнитного момента образцов при температурах жидкого гелия. У всех образцов, как закаленных, так и незакаленных, переход в сверхпроводящее состояние наблюдался при 2,38—2,4°К. Следует отметить почти полное отсутствие гистерезиса (менее 1%) и большую резкость перехода из сверхпроводящего в нормальное состояние, что свидетельствует об отсутствии неоднородных включений в образце.

Проведенные исследования показывают, что ни одним из указанных выше методов не удается получить таллий в метастабильной модификации, что находится в явном противоречии с результатами работы [1]. Таким образом вопрос о возможности закалки чистого таллия остается открытым.

Авторы выражают глубокую благодарность А. И. Шальникову за постоянный интерес к работе и сотрудникам лаборатории Н. В. Белова Института кристаллографии АН СССР за проведенное ими рентгенографическое исследование образцов.

Институт физических проблем  
Академии наук СССР

Поступило в редакцию  
27 сентября 1954 г.

#### Литература

[1] S. Sekito. ZS. f. Krist., 74, 189, 1930.— [2] H. Lipson a. A. R. Stoks. Nature, 148, 437, 1941.

<sup>1</sup> Этот метод непригоден для линейных молекул, у которых переход между уровнями сверхтонкой структуры при  $\Delta J = 0$  запрещен.