

- 1) Нами использованы синтетические кристаллы $MnCO_3$, изготовленные в Институте кристаллографии АН СССР Н.Д.Икорниковой [1]. Авторы благодарят ее за предоставление образцов.
- 2) Авторы благодарны Н.Н.Михайлову и Л.Н.Васильеву, изготовившим соленоид и предоставившим его в наше распоряжение.

ПУЧКОВЫЙ КВАНТОВЫЙ ГЕНЕРАТОР ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА

Н.Г.Басов, А.И.Ораевский, В.А.Щеглов

Получение источника электромагнитных колебаний с высокой стабильностью частоты в квантовой радиофизике всегда связывалось с созданием квантового генератора на пучке атомов или молекул, так как в пучковом квантовом генераторе практически отсутствует сдвиг вершины спектральной линии из-за взаимодействия молекул между собой.

До сих пор осуществлены пучковые квантовые генераторы в радиодиапазоне.

В настоящей заметке рассматривается возможность создания пучкового квантового генератора инфракрасного диапазона с тепловым возбуждением. Тепловая накачка основывается на возможности подбора таких энергетических уровней в молекуле E_β и E_α , времена радиационного распада которых удовлетворяют соотношению $\tau_\beta > \tau_\alpha$

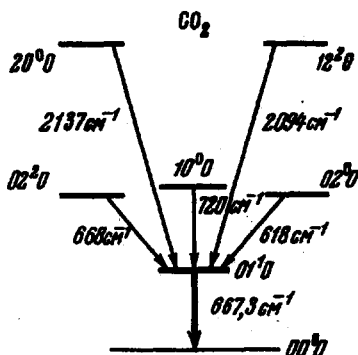
$(E_\beta > E_\alpha)$. Идея рассматриваемого генератора проста: достаточно сильно нагретый пучок молекул вылетает в вакуум, температура равновесного излучения в котором значительно меньше $(E_\beta - E_\alpha)/k$. Из-за спонтанного излучения уровень α быстро обедняется и может возникнуть состояние с инверсной населенностью для перехода $\beta \rightarrow \alpha$. Необходимое условие возникновения инверсной населенности между уровнями β и α

$$\tau_\beta > \left(1 + \frac{\tau_{\beta\alpha}}{\tau_\beta}\right) \tau_\alpha.$$

Наиболее удобный диапазон длин волн, с точки зрения предлагаемого метода, - 3 + 20 мк. Для более коротких длин волн времена жизни в возбужденных состояниях слишком малы. Для длинноволновых переходов время жизни в возбужденном состоянии становится слишком большим,

что обуславливает непомерно большие размеры прибора.

На рисунке изображена энергетическая диаграмма колебательных уровней молекулы CO_2 , пригодных для получения инверсии населенностей в молекулярном пучке [1]. Жирной стрелкой обозначены очень



интенсивные переходы, тонкой - переходы средней интенсивности.

С точки зрения рассматриваемого метода представляется удобным использовать аналогичные переходы в молекулах N_2O и HCN :
 $02^2 0 \rightarrow 01^1 0$, $02^0 0 \rightarrow 01^1 0$.

В молекуле HCN переход $02^0 0 \rightarrow 01^1 0$ принадлежит к сильным линиям [1], что облегчает выполнение условия самовозбуждения.

Возбуждать молекулы в источнике молекулярного пучка можно не только путем нагрева, но и электрическим разрядом подобно тому, как это делается в газовых лазерах. Получению активных частиц способствует добавление молекул, обладающих метастабильными уровнями, находящимися в "резонансе" с рабочими уровнями активного вещества [2]. Оказывается, что первое возбужденное колебательное состояние молекулы D_2 близко к уровням $20^0 0$ и $12^2 0$ молекулы CO_2 .

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

Поступило в редакцию
 19 мая 1966 г.

Литература

- [1] Г.Герцберг. Колебательные и вращательные спектры многоатомных молекул. М., 1949.
- [2] С.К.И. Patel. Physics of Quantum Electronics conference, proceedings, ed by Kelley, Lax, Tannewald, 1966, p.843.