

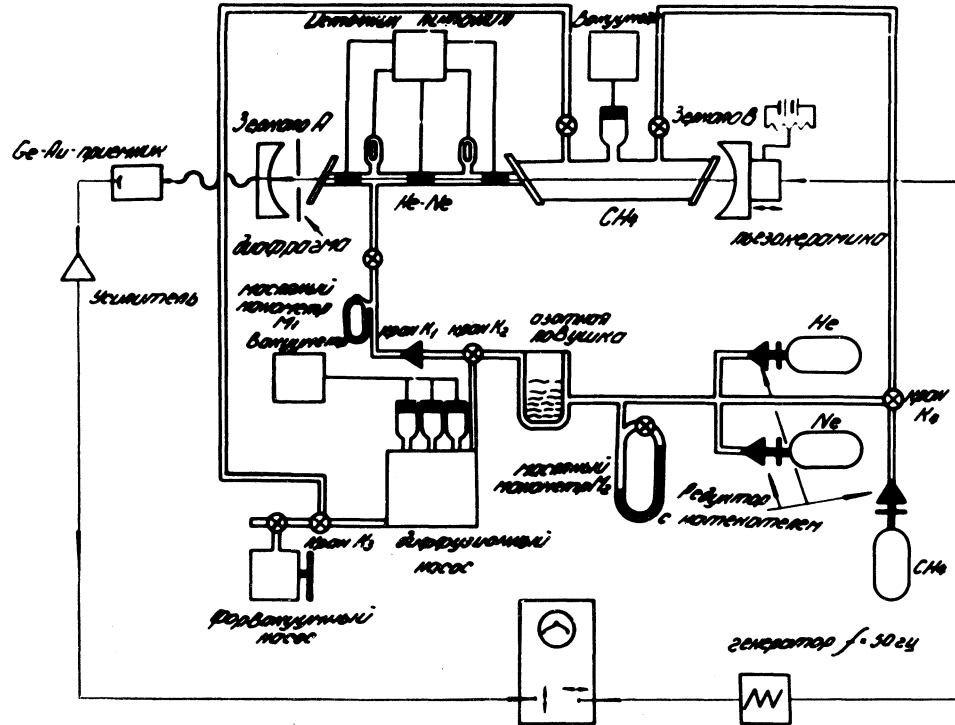
ЗАВИСИМОСТЬ ЧАСТОТЫ ИЗЛУЧЕНИЯ  
ОТ ДАВЛЕНИЯ В ГЕЛИЙ-НЕОНОВОМ ЛАЗЕРЕ  
ДЛЯ ПЕРЕХОДА  $3s_2-3p_4$  Ne

Э. М. Беленов, М. В. Данилейко, В. В. Никитин

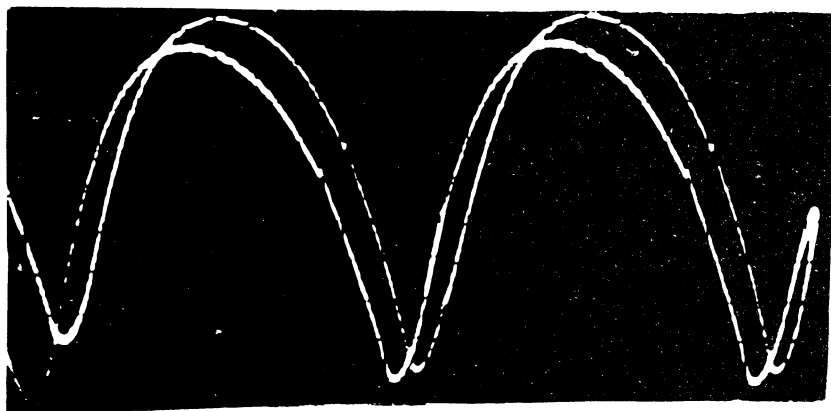
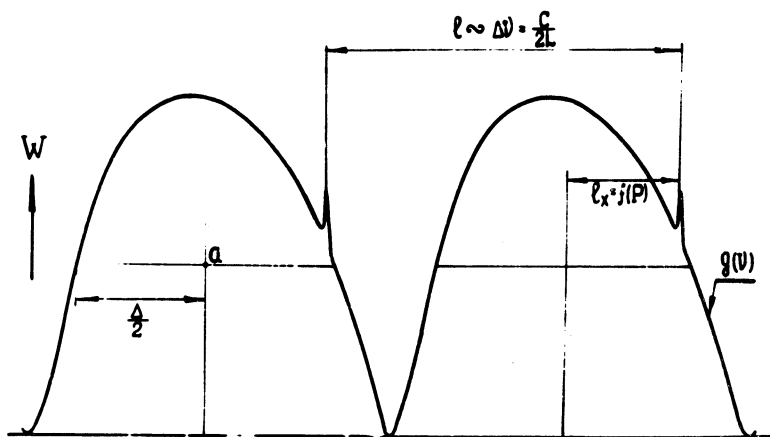
В данной работе приводятся экспериментальные результаты по определению сдвига частоты излучения  $\Delta f(P)$  для перехода  $3s_2-3p_4$  Ne<sup>20</sup> и Ne<sup>22</sup> в зависимости от давления гелий-неоновой смеси. Определено значение изотопического сдвига изотопов Ne<sup>20</sup> и Ne<sup>22</sup>.

Для проведения исследования использовалась установка, блок-схема которой приведена на рис. 1. Резонатор лазера образован двумя плоскими зеркалами А и В; последнее крепилось на пьезокерамике. Зеркала представляли собой многослойные диэлектрические покрытия, нанесенные на подложке из инфракрасного кварца или LiF. Усилительная гелий-неоновая трубка и поглощающая ячейка (CH<sub>4</sub>) соединялись с вакуумной и газонаполнительной системами посредством специально сконструированного вакуумного поста. Применение вакуумного поста обеспечивало возможность проведения исследований в широких пределах давлений смеси He-Ne и газообразного метана.

Кратко рассмотрим физическую сущность метода по определению сдвига. Пусть  $g(\nu)$  - эффективная суммарная форма линии усиливающей и поглощающей сред, узкий резонанс в выходной мощности соответствует "лэмбовскому провалу" в линии поглощения (рис. 2). При сканировании спектра мод резонатора лазера  $i, i+1$  в одночастотном режиме генерации на моде 00 можно



Р и с. 1. Блок-схема экспериментальной установки лазера с нелинейным поглощением.

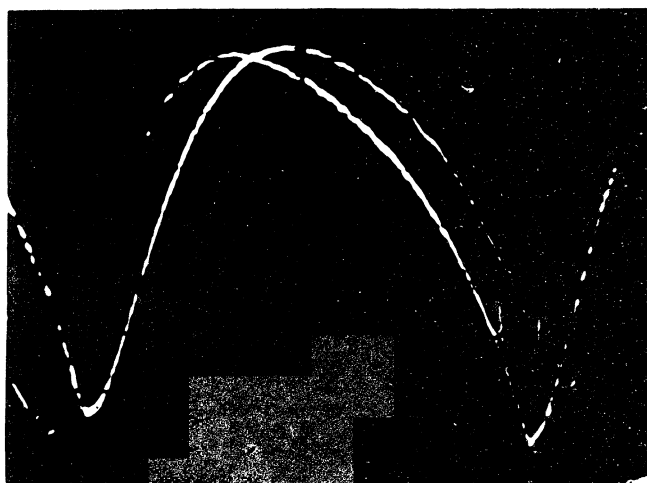
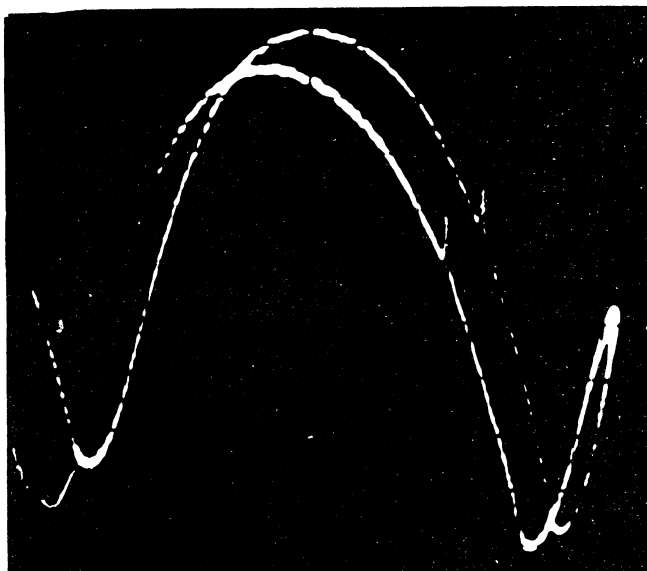


Р и с. 2. К методике определения сдвига частоты излучения линии  $Ne$  от давления.

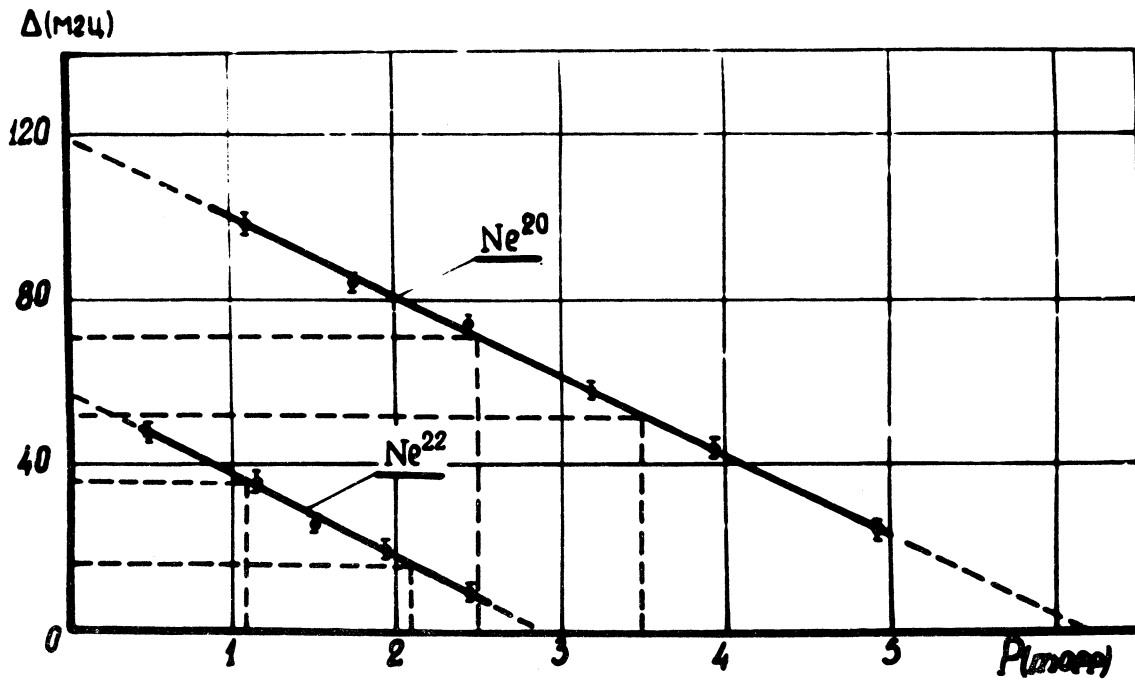
было получить картину двух зон. Расстояние  $l$  между двумя пиками мощности соответствует расстоянию между резонансными частотами, т.е.  $c/2L$  ( $L$  - длина резонатора). Учитывая высокую стабильность линии метана  $2947,906 \text{ см}^{-1}$ , это расстояние можно брать как эталонное. С увеличением давления смеси He-Ne пик мощности будет смещаться к центру зоны (на самом же деле происходит смещение самой зоны в сторону больших частот). Измеряя смещение  $l_x$  относительно некоторой точки отсчета, можно построив зависимость,  $l_x = f(P)$ , определить сдвиг линии. Для уменьшения ошибки, связанной с асимметрией линии усиления, обусловленной эффектом давления смеси He-Ne, за точку отсчета бралась точка, определяемая как середина линии  $\Delta$ , проведенной на полувывоте зоны (точка а).

Исследования проводились на лазере с диаметром капилляра 2 мм, длиной разрядного промежутка 250 мм (длина лазерной трубки составляла 300 мм) и поглощающей ячейкой длиной 18 см. Общая длина резонатора составляла 500 мм, что соответствует расстоянию между модами в 300 мгц.

Давление метана в ячейке поддерживалось постоянным, равным 30 мтор; давление смеси в лазерной трубке менялось с помощью вакуумного поста. Исследование сдвига проводилось на изотопах  $\text{Ne}^{20}$  и  $\text{Ne}^{22}$  с обогащением 99,9% для  $\text{Ne}^{20}$  и 99,6% для  $\text{Ne}^{22}$ . Типичные осциллограммы мощности приведены на рис. 3. Как видно из рис. 3 при изменении давления на 1 тор смеси He-Ne пик смещается к максимуму зоны. Путем компарирования серии таких осциллограмм стрсился график (рис. 4) для  $\text{Ne}^{20}$  и  $\text{Ne}^{22}$ . Как видно из рис. 4, в пределах ошибки измерений сдвиг линий  $\text{Ne}^{20}$  и  $\text{Ne}^{22}$  линейно зависит от давления. Из графиков следует, что средний сдвиг линии излучения  $\text{Ne}^{22}$  составляет  $20 \pm 2$  мгц/тор, а  $\text{Ne}^{20}$  -  $19,6 \pm 2$  мгц/тор. Экстраполяция зависимости  $\Delta$  от  $P$  в области нулевых давлений позволяет получить значение для изотопического



Р и с. 3. Сдвиг максимума линии усиления в зависимости от давления смеси; а)  $P = 4,0$  тор; б)  $P = 3,0$  тор.



Р и с. 4. Зависимость частоты излучения  $Ne^{20}$  и  $Ne^{22}$  от давления.

сдвига, который оказался равным  $62,3 \pm 2$  мгц/тор. Этот результат хорошо согласуется с исследованиями работы /1/ по изотопическому сдвигу между  $\text{Ne}^{20}$  и  $\text{Ne}^{22}$ , в которой он составлял  $63 \pm 13$  мгц/тор. Экстраполируя эти же зависимости в область более высоких давлений, можно определить те давления для  $\text{Ne}^{20}$  и  $\text{Ne}^{22}$ , при которых наблюдается совмещение линий усиливающей и поглощающей сред. Как видно из рис. 4, для изотопа  $\text{Ne}^{22}$  это значение равно 2,9 тор, а для изотопа  $\text{Ne}^{20}$  - 6,4 тора. Необходимо отметить, что для целей создания оптического стандарта частоты на основе лазера с нелинейнопоглощающей метановой ячейкой удобнее использовать изотоп  $\text{Ne}^{22}$ , так как он позволяет работать при более низких давлениях смеси  $\text{Ne}-\text{Ne}$ , что улучшает частотные характеристики лазера.

В заключение авторы выражают благодарность академику Н. Г. Басову и член-корреспонденту М. Т. Шпаку за поддержку настоящей работы.

Поступила в редакцию  
20 июля 1971 г.

#### Л и т е р а т у р а

1. K. Sakurai, Y. Veda, M. Takami, K. Shimoda. J. Phys. Soc. Japan, 21, 2090 (1966).