

## ВОЗБУЖДЕНИЕ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ АТОМА ЛИТИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ РЕЗОНАНСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Н. В. Карлов, Б. Б. Кунисцкий, О. М. Стельмах

УДК 621.378.33

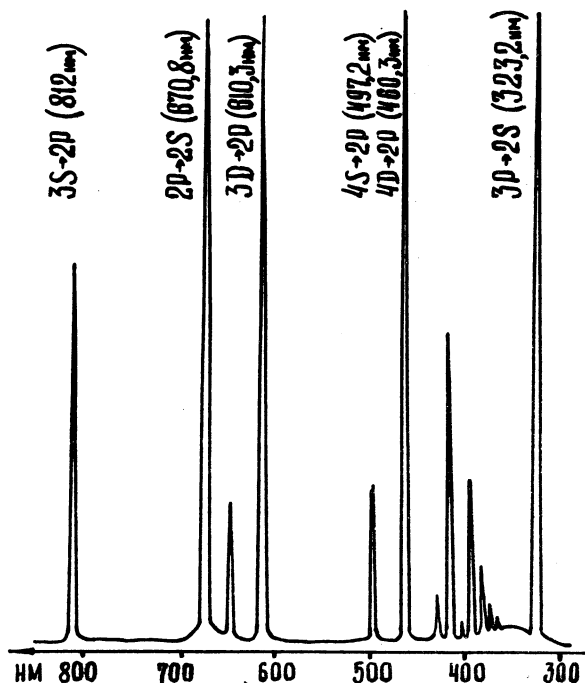
Приводятся результаты исследования кинетики и спектрального состава люминесценции паров лития в смеси с буферным газом при возбуждении резонансного перехода атома лития  $\lambda = 670,7$  нм в интервале температур от 500 до 800 °С. Возбуждение высоколежащих состояний объясняется атомно-молекулярными взаимодействиями в парах лития.

В последнее время, в связи с проблемой лазерного разделения изотопов, большое значение приобретает исследование по кинетике возбуждения атомных и молекулярных систем, а также химических реакций, инициируемых лазерным излучением (см., например, обзор [1,2]). Относительно малозученной является область химических реакций атомов, находящихся в электронно-возбужденных состояниях, и связанные с этим вопросы передачи возбуждения.

Цель нашей работы состояла в исследовании передачи возбуждения и элементарных реакций между атомами лития, находящимися в возбужденном состоянии на уровне 2P ( $\lambda = 670,78$  нм), в диапазоне давлений паров лития от  $10^{-3}$  до 2 тор и давления буферного газа от  $10^{-3}$  до 100 тор.

В эксперименте использовался лазер на красителе родами-640 с накачкой от импульсной лампы, генерировавший импульсное излучение с длительностью импульса 1 мкс, мощностью 300 Вт и длиной волны  $0,1 \text{ см}^{-1}$ . Пары лития создавались в кивете из нержавеющей стали, температура измерялась терморпарой хромель-алюмель и цифровым прибором Ф 30 с точностью  $\pm 1$  °С. Спектральные и временные измерения производились спектрометром с голографической решеткой с дисперсией  $40 \text{ \AA/мм}$  и фотоумножителями ФЭУ-62 и ФЭУ-72. Буферным газом служил главным образом гелий.

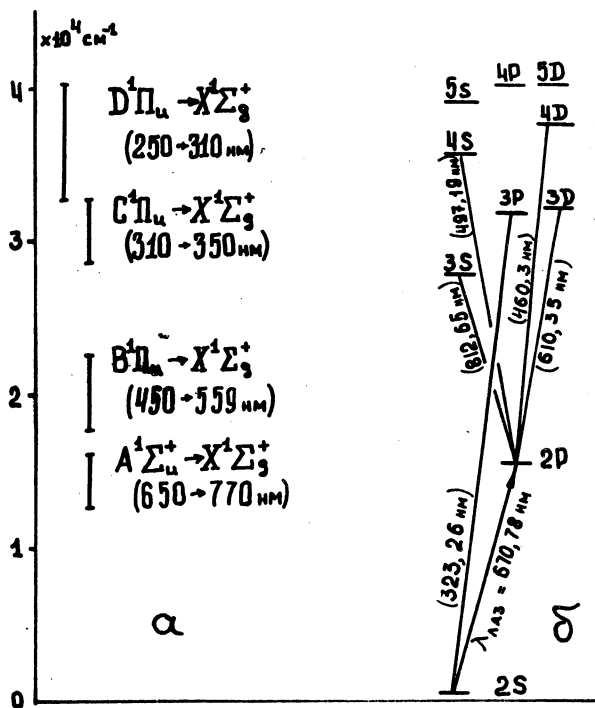
При воздействии лазерного излучения на частоте резонансного перехода  $2S \rightarrow 2P$  атома лития в диапазоне давлений от  $10^{-3}$  до  $5 \cdot 10^{-2}$  тор и давлении He от 0,1+10 тор спектр люминесценции паров лития представлен излучением только на резонансном переходе



Р и с. I. Спектр люминесценции паров лития (давление паров лития 0,6 тор, буферный газ - He,  $P_{He} = 10$  тор)

$2P \rightarrow 2S$ . Начиная с давления  $5 \cdot 10^{-2}$  тор в спектре появляется линия, лежащая vicino перехода  $3P \rightarrow 2S$  атома лития ( $\lambda = 323,2$  нм). При дальнейшем увеличении давления паров лития спектр люминесценции приобретает вид, показанный на рис. I. (Давление паров лития  $P_{Li} = 0,6$  тор,  $P_{He} = 10$  тор).

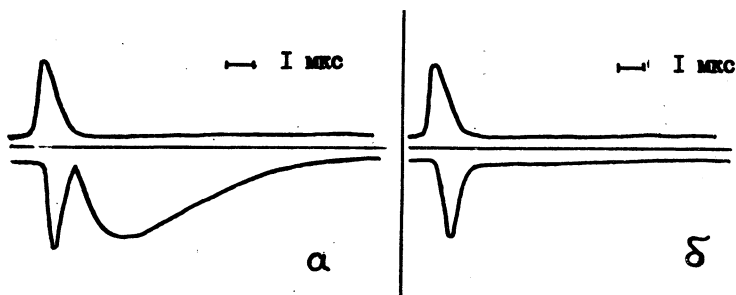
Все линии, представленные в спектре люминесценции, за исключением линии с  $\lambda = 645,0$  нм, в пределах точности измерений идентифицируются с переходами атома лития.



Р и с. 2. а) Положение термов связанных состояний молекулы.  
б) Диаграмма Гроттриана атома лития

При отстройке лазера от резонансного перехода  $2S \rightarrow 2P$  возбуждения высоколежащих уровней не происходит, видна лишь слабая люминесценция в красной области спектра, обусловленная, по-видимому, полосой  $A^1\Sigma_u^+ \rightarrow X^1\Sigma_g^+$  молекулы  $\text{Li}_2$ , давление которых при температуре  $700^\circ\text{C}$  составляет  $3 \cdot 10^{-2}$  тор /3/. Положение термов связанных состояний для молекулы  $\text{Li}_2$  и диаграмма Гроттриана для атома ли-

тия показаны на рис. 2а и рис. 2б соответственно /4/. При подходе к длине волны резонансного перехода возникает люминесценция с высоколежащих уровней и линия 645,0 нм. Линия возбуждения высоколежащих состояний имеет симметричную форму и ширина ее составляет  $1,2 \text{ см}^{-1}$  при  $P_{\text{Li}} = 0,6 \text{ тор}$  и  $P_{\text{He}} = 10 \text{ тор}$ .



Р и с. 3. а) Характерная осциллограмма люминесценции паров лития на длинах волн, идентифицируемых с переходами атома лития  
 б) Осциллограмма люминесценции паров лития на длинах волн  $\lambda = 645 \text{ нм}$  и  $\lambda = 320 \text{ нм}$  (вверху - лазерный импульс; внизу - импульс люминесценции)

На рис. 3а показана характерная осциллограмма люминесценции паров лития. На рис. 3б - люминесценция на длине волн  $\lambda = 323,2 \text{ нм}$ . Следует отметить, что двугорбая структура импульса люминесценции присуща только линиям, идентифицируемым с атомными переходами, на линиях 645,0 нм и 323,2 нм двугорбая структура не проявлялась во всем рабочем диапазоне давлений паров лития и буферного газа.

Зависимость задержки люминесценции от давления паров лития различна для различных пиков двугорбой структуры. Время задержки первого пика люминесценции пропорционально  $P_{\text{Li}}^{-1}$ , второго -  $P_{\text{Li}}^{-2}$ .

Анализ полученных результатов осложнен тем обстоятельством, что мы имеем дело с оптически плотной средой и существенную роль здесь играет пленочное излучение. Если учесть, что лазерное излучение полностью поглощается в кивете, то, по оценкам, при давлении паров лития  $\sim 1 \text{ тор}$  на каждый атом приходится три кванта с энер-

линей 1,84 эВ, что достаточно для ионизации атома лития. С другой стороны, отсутствие случайных резонансов в атоме лития делает невозможной прямую каскадную ионизацию атома лития. Радиационные переходы по связанным состояниям молекулы  $\text{Li}_2 \Delta\Sigma_u^+ - \text{C}^1\Pi_u$  запрещены по четности. Отсутствие данных по отталкивательным термам также затрудняет анализ результатов эксперимента. Одним из возможных механизмов возбуждения атомных уровней и появления линий 645,0 нм нам представляется следующий: при поглощении лазерного излучения в зоне луча создается большая концентрация атомов в состоянии 2P. В результате столкновений друг с другом или с атомами в состоянии 2S происходит образование молекул  $\text{Li}_2$  в возбужденных состояниях, соответствующих энергии одного или двух квантов лазерного излучения. Затем эти молекулы или спонтанно излучают или диссоциируют на атомы в возбужденном и основном состояниях. Может также происходить ионизация атома лития как при столкновении возбужденной молекулы и возбужденного атома, так и в результате прямого поглощения кванта излучения возбужденным атомом или молекулой с последующей ее ионизацией или диссоциацией.

Поступила в редакцию  
28 сентября 1977 г.

### Л и т е р а т у р а

1. Н. В. Карлов, А. М. Прохоров, УФН, 118, вып. 4, 583 (1976).
2. В. С. Летохов, С. Б. Мур, Квантовая электроника, 3, вып. 2, 3 (1976).
3. T. B. Douglas, L. F. Epstein, J. L. Dever, W. H. Howland, J. Am. Chem. Soc., 77, 2144 (1955).
4. В. Rosen, International tables of selected const., N. Y. Pergamon Press, v. 17, 1970.