

ОБНАРУЖЕНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ АДСОРБИРОВАННЫХ АТОМОВ КСЕНОНА

*Н.В.Карлов, А.Н.Орлов, Ю.Н.Петров,
А.М.Прохоров, М.А.Якубова*

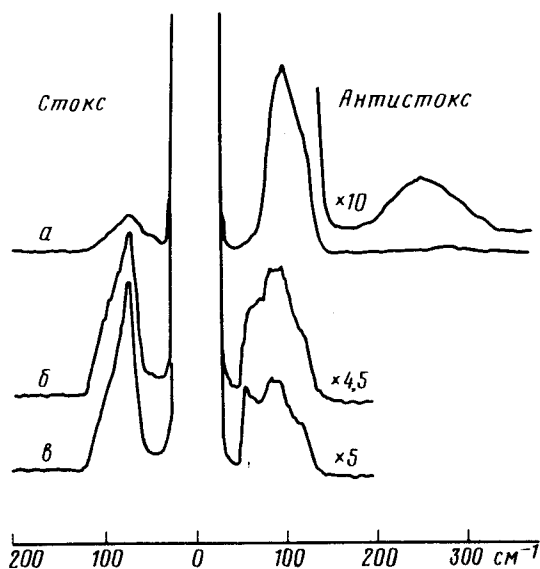
Сообщается о комбинационном рассеянии излучения аргонового лазера атомами ксенона, адсорбированными на поверхности стекла.

При физической адсорбции атомы и молекулы, находящиеся на поверхности, совершают колебания в адсорбционном потенциале. Наблюдение этих колебаний важно для исследования адсорбционного взаимодействия. Обычно относительная плотность адсорбированных частиц мала, что затрудняет их наблюдение. Однако применение мелкопористых адсорбционных структур с сильно развитой поверхностью резко увеличивает число адсорбированных частиц. Если эти структуры прозрачны для лазерного излучения, то возможно применение оптических методов исследования во всем объеме адсорбента [1]. При этом для исследования колебательных движений непосредственно в адсорбционном потенциале желательно исключить влияние внутренних колебаний адсорбируемой частицы, значительно усложняющих наблюдаемые спектры [2]. Поэтому особый интерес представляет наблюдение спектров комбинационного рассеяния адсорбированных атомов инертных газов. Даже при больших концентрациях атомов этих газов в объеме пор в комбинационном рассеянии света принимают участие лишь те атомы, которые непосредственно испытывают взаимодействие с поверхностью пор.

Экспериментально наблюдалось комбинационное рассеяние излучения аргонового лазера атомами ксенона, адсорбированного в мелкопористом монодисперсном стекле со средним диаметром пор 80 \AA [3]. Использованы спектрофотометр ДФС-24, предназначенный для исследований комбинационного рассеяния, и аргоновый лазер ЛГ-68 с мощностью излучения до 200 мВт в линиях 488 и 514 нм. Наблюдалось рассеяние вбок.

Исследуемый пористый образец размерами $4 \times 4 \times 10 \text{ мм}^3$ помещался в вакуумную кювету, откачиваемую насосом НОРД-100. Откачка проводилась при прогреве образца (120°C) в течение двух недель. Вакуум в кювете с образцом до заполнения ксеноном составлял $(2 \div 4) \cdot 10^{-7} \text{ мм рт. ст.}$ Заполнение образца спектрально чистым ксеноном осуществлялось при давлении 600 мм рт. ст. После выдерживания в течение длительного времени (12 час), необходимого для насыщения образца ксеноном, наблюдались интенсивные полосы комбинационного рассеяния, отсутствующие в чистом образце. При последовательных актах длительной откачки и повторного заполнения ксеноном эти полосы, соответственно, исчезают и полностью восстанавливаются. Их интенсивность линейно зависит от интенсивности лазерного облучения в диапазоне $10 \div 200 \text{ мВт}$ и составляет 10^{-6} от интенсивности рассеяния на частоте лазера, измеренного в том же направлении и в тот же телесный угол. Спектры рассеяния света длин волн 514,5; 488,0 и 496,6 нм идентичны.

На рисунке приведены записи спектра комбинационного рассеяния, показывающие его стоксову и антистоксову компоненты. Интересно, что антистоксова компонента в $10 \div 11$ раз интенсивнее стоксовой (рисунок, спектрограмма *a*). Отметим, что возможность наложения паразитной линии другого происхождения по нашему мнению исключена. При длительном воздействии света на один и тот же участок образца интенсивность антистоксовой компоненты уменьшается и может стать меньше стоксовой. Спектрограммы *a*, *b* и *в* записаны соответственно через 10, 20 и 30 часов облучения. При смещении лазерного луча на новый участок образца первоначальное соотношение интенсивностей антистоксовой и стоксовой компонент рассеяния восстанавливаются.



Спектрограммы комбинационного рассеяния атомами ксенона, адсорбированными в пористом стекле. Разрешение — 2 см^{-1} , скорость записи — $15 \text{ см}^{-1}/\text{мин}$, постоянная времени — 2 сек, длина волны лазера — 488 нм. *a* — Запись спектра после 10 час. облучения; *b* — запись спектра после 20 час облучения; *в* — запись спектра после 30 час облучения

Наблюдаемые полосы могут быть интерпретированы как проявление переходов между различными колебательными состояниями атомов ксенона в адсорбционном потенциале. В предположении, что поле адсорбционных сил характеризуется потенциалом Морзе, полученные спектры позволяют определить параметры колебательного движения. Оказалось, что величина ангармонизма $\chi_e \omega_e = 2,7 \text{ см}^{-1}$, глубина адсорбционного потенциала $D_0 = 1900 \text{ см}^{-1}$, характерный размер потенциала $l = 0,22 \text{ \AA}$, основная частота колебания $\omega_0 = 143,5 \text{ см}^{-1}$. Последняя определена с точностью до одной-двух величин ангармонизма в связи с трудностью в установлении начала колебательной полосы, соответствующего переходу $1 - 0$. Первый обертон антистоксовой колебательной полосы наблюдается в частотном интервале $200 \div 300 \text{ см}^{-1}$ (рисунок, спектрограмма *a*). Колебательная структура стоксовой полосы выражена слабо.

Большая интенсивность антистоксовой полосы по отношению к стоксовой требует особого рассмотрения и дальнейшего экспериментального и теоретического исследования. Это же относится и к медленному процес-

су выравнивания интенсивности стоксовой и антистоксовой полос рассеяния при длительном лазерном воздействии.

Таким образом, применение мелкопористых структур, прозрачных для лазерного излучения, химическая неактивность инертных газов и отсутствие комбинационного рассеяния атомами этих газов, не взаимодействующими с поверхностью, позволяет исследовать взаимодействие атом — поверхность эффективным методом комбинационного рассеяния лазерного излучения.

Авторы благодарны И.К.Мешковскому, предоставившему образцы пористого стекла.

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

Поступила в редакцию
15 мая 1981 г.

Литература

- [1] Н.В.Карлов, И.К.Мешковский, Р.П.Петров, Ю.Н.Петров, А.М.Прохоров. Письма в ЖЭТФ, **30**, 48, 1979.
- [2] Н.В.Карлов, А.Н.Орлов, Р.П.Петров, Ю.Н.Петров, А.М.Прохоров, М.А.Якубова. Квантовая электроника, **8**, вып.5, 1981.
- [3] И.К.Мешковский, Г.М.Белоцерковский, Т.Г.Плаченков. ЖПХ, **43**, 87, 1970.