

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Замечания к статье

А.Ф. Бункина, А.А. Нурматова, С.М. Першина
"Когерентная четырёхфотонная спектроскопия
низкочастотных либраций молекул в жидкости"

А.Ф. Крупнов, М.Ю. Третьяков

Проанализированы результаты статьи, опубликованной в журнале Успехи физических наук [УФН 176 (8), 883 (2006)]. Показана неудовлетворительность интерпретации всех представленных спектров, что означает недоказанность выводов, сделанных в указанной статье.

PACS number: 33.20 – t

DOI: 10.3367/UFNr.0179.200912p.1363

В *УФН* была опубликована статья А.Ф. Бункина, А.А. Нурматова, С.М. Першина "Когерентная четырёхфотонная спектроскопия низкочастотных либраций молекул в жидкости" [1] по результатам доклада на Научной сессии Отделения физических наук РАН 29 марта 2006 г.

Основные результаты авторов [1] суммированы в разделе 5 "Выводы": "Таким образом, впервые с помощью спектроскопии когерентного четырёхфотонного рассеяния лазерного излучения в нескольких жидкостях (CCl_4 , H_2O , D_2O , H_2O_2) в субмиллиметровом диапазоне длин волн ($0 - 100 \text{ см}^{-1}$) обнаружены узкие резонансы, частоты которых с точностью до ширины аппаратной функции спектрометра совпадают с частотами вращательных переходов основного электронного и колебательного состояния соответствующих молекул".

В случае их подтверждения результаты авторов [1] имеют большое значение, так как общепринятой точкой зрения, основанной на многих экспериментах, является точка зрения, выраженная, например, в статье "Микроволновая спектроскопия" (БЭС "Физика" под ред. А.М. Прохорова): "Микроволновая спектроскопия, радиоспектроскопия сантиметрового и миллиметрового диапазона длин волн λ (СВЧ). Т.к. в этот диапазон попадает большинство вращательных и вращательно-инверсионных спектров молекул, наблюдение которых в твёрдых телах и жидкостях невозможно, то М.с. часто отождествляют с радиоспектроскопией газов" [2].

Нам, занимающимся микроволновой спектроскопией около сорока лет, эти результаты в случае их

справедливости также были бы весьма интересны как открывающие новые возможности исследований. Но прежде, чем пытаться наблюдать узкие линии вращательных переходов молекул в жидкостях, мы решили тщательно изучить материалы статьи [1].

Поскольку выводы авторов [1] основываются на данных, полученных из наблюдавшихся ими спектров, необходимо именно рассмотрение приведённых в [1] спектров. Обратимся к детальному рассмотрению спектров исследованных веществ, приведённых в [1] на рис. 2–6. Более всего на рисунках представлен спектр молекулы воды, который к настоящему времени и изучен лучше других. Мы решили начать с него.

На рисунке 2б авторами [1] "резонансы воды $2,26 \text{ см}^{-1}$ и $3,21 \text{ см}^{-1}$ с точностью до аппаратной функции отнесены к вращательным переходам $4_{14}-3_{21}$ и $5_{33}-4_{40}$ основного колебательного состояния орто- и параизомеров молекул воды соответственно" со ссылкой на широко известную базу данных HITRAN [3].

Но на указанных в [1] частотах в таблицах спектров воды находятся линии, принадлежащие не основному (000) состоянию, а первому возбуждённому изгибному (010) колебательному состоянию молекулы воды. При этом, видимо, по описке в тексте статьи, у второго перехода на частоте $3,21 \text{ см}^{-1}$ вращательные квантовые числа исходного и конечного уровней переставлены местами, т.е. на самом деле на этой частоте находится переход $4_{40}-5_{33}$ и такая идентификация перехода на частоте $3,21 \text{ см}^{-1}$ указана в [1] на рис. 2б. Как в первом, так и во втором случае в таблице близких по частоте линий основного (000) колебательного состояния H_2^{16}O нет. В спектре основного состояния молекулы воды H_2^{16}O первая из указанных авторами [1] линий $4_{14}-3_{21}$ находится на частоте $12,68 \text{ см}^{-1}$, линия с квантовыми числами $5_{33}-4_{40}$ — на частоте $15,83 \text{ см}^{-1}$, а линия поглощения $4_{40}-5_{33}$ в 000-состоянии отсутствует. Поскольку в [1] приведён рисунок спектра со шкалой

А.Ф. Крупнов, М.Ю. Третьяков. Институт прикладной физики РАН, ул. Ульянова 46, 603950 Нижний Новгород, Российская Федерация
Тел. (831) 416-48-66. Факс (831) 436-37-92
E-mail: kru@appl.sci-nnov.ru, trt@appl.sci-nnov.ru

Статья поступила 3 апреля 2009 г.,
после доработки 5 ноября 2009 г.

частот, ошибки в частоте исключены. Читатель может проверить идентификацию линий и их частоты, например, по таблицам экспериментальных уровней энергии молекулы воды, опубликованным в [4]. Отметим, что интенсивности указанных линий на рис. 2б из [1] равны, а их табличные интенсивности различаются почти на порядок.

Энергия первого возбуждённого изгибного (010) колебательного состояния молекулы воды составляет около 1600 см^{-1} . Если учесть, что при комнатной температуре $k_B T \sim 200 \text{ см}^{-1}$, то населённость колебательного состояния по распределению Больцмана составляет лишь $3,4 \times 10^{-4}$, если принять населённость основного состояния за единицу. Если авторы [1] видят линии возбуждённого состояния, то тогда у них для линий в основном состоянии, приведённых на последующих рисунках в [1], должен быть запас по отношению сигнала к шуму не менее чем в 3000 раз. Тут надо отметить, что малая интенсивность линий возбуждённого состояния связана не с малым дипольным моментом перехода и т.п., а просто с тем, что таких молекул мало. А в основном состоянии — много. Мы вернёмся к этому замечанию при рассмотрении спектров, содержащих линии основного состояния молекулы воды.

Однако предположение о том, что авторы [1] наблюдают на рис. 2б линии возбуждённого состояния молекулы воды, также неудовлетворительно. Между указанными авторами [1] на рис. 2б линиями H_2^{16}O находится, например, линия $1_{10}-1_{11}$ молекулы частично дейтерированной воды HDO, интенсивность которой при содержании HDO в воде в естественной концентрации (3×10^{-4}) превышает интенсивности указанных линий H_2^{16}O в возбуждённом колебательном состоянии. В этой области, как видно из рис. 1, присутствуют и несколько других линий HDO, сравнимых по интенсивности, например, с линией на частоте $3,21 \text{ см}^{-1}$, указанной авторами [1]. Если авторы [1] наблюдают указанные ими линии воды в возбуждённом состоянии, то они должны были наблюдать, как минимум, и расположенную между ними более сильную линию молекулы HDO. Параметры всех трёх упомянутых линий приведены в табл. 1, диаграмма участка спектра паров воды между частотами 1 и

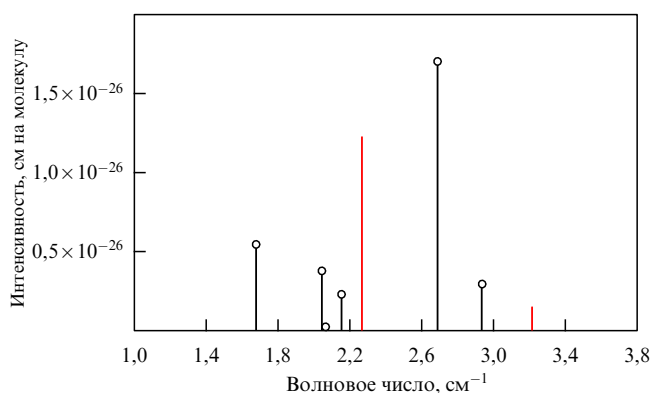


Рис. 1. Расчётная диаграмма спектра паров воды в области частот 1– $3,8 \text{ см}^{-1}$, построенная по базе данных [3]. Видны указанные авторами [1] линии H_2^{16}O на $2,26$ и $3,21 \text{ см}^{-1}$, а также несколько сравнимых с ними и превосходящих их по силе линий HDO в естественной концентрации (отмечены кружками). Линии других изотопологов молекулы H_2O , также присутствующих в парах воды в естественной концентрации, в этом масштабе не видны.

Таблица 1

Молекула	Линия $J'_{K'_a K'_c} \leftarrow J_{K_a K_c}$	Колебательное состояние ($V_1 V_2 V_3$)	Частота, см^{-1}	Интенсивность, см на молекулу (296 К)
H_2^{16}O	$4_{14}-3_{21}$	010	2,26	$1,23 \times 10^{-26}$
HD^{16}O	$1_{10}-1_{11}$	000	2,69	$1,77 \times 10^{-26}$
H_2^{16}O	$4_{40}-5_{33}$	010	3,21	$0,15 \times 10^{-26}$

$3,8 \text{ см}^{-1}$ показана на рис. 1. Данные взяты нами из базы данных HITRAN [3]. Они весьма надёжны, базой данных [3] пользуются и авторы статьи [1]. Интенсивность линий приведена нами в единицах [см/молекула], используемых в HITRAN. Интенсивность линий пропорциональна обычно используемому в микроволновой спектроскопии коэффициенту поглощения в пике спектральной линии [5].

Таким образом, сравнение рис. 2б из [1] с таблицами линий паров воды даёт неудовлетворительные результаты относительно идентификации авторами [1] линий, а также показывает различие в соотношении интенсивностей указанных ими линий и отсутствие линий HDO, которые должны бы присутствовать в записи спектра.

На рисунке 3а статьи [1] показана запись спектра смеси (1 : 1) тяжёлой (D_2^{16}O) и лёгкой (H_2^{16}O) воды в области частот $0-50 \text{ см}^{-1}$. Авторы [1] не привели ни идентификации линий, ни их частот, что делает невозможной прямую проверку их основного утверждения о том, что обнаруженные ими резонансы с точностью до ширины аппаратной функции спектрометра ($0,1 \text{ см}^{-1}$) совпадают с частотами вращательных переходов основного электронного и колебательного состояния соответствующих молекул. На рисунке 3а работы [1] лишь для некоторых пиков указана принадлежность тому или иному изотопологу воды. Мы построили диаграмму спектра такой смеси, которая представлена на рис. 2а. При построении диаграммы нами было учтено известное явление быстрого протонного обмена, приводящего в такой смеси к соотношению $0,25 : 0,25 : 0,5$ концентраций молекул D_2^{16}O , H_2^{16}O и HDO соответственно. Сравнение рис. 3а работы [1] и нашей диаграммы, приведённой на рис. 2а, позволяет всё же сделать некоторые выводы. На рисунке 3а из [1] интенсивности пиков имеют один порядок во всём диапазоне частот $0-50 \text{ см}^{-1}$ (самый высокий пик находится на частоте, меньшей 10 см^{-1}). На диаграмме спектра, показанной нами на рис. 2а, интенсивность линий сильно возрастает с увеличением частоты; линии с частотами ниже 10 см^{-1} практически не видны на рисунке, и для того чтобы их рассмотреть, участок спектра в диапазоне частот $0-10 \text{ см}^{-1}$ представлен нами на вставке рис. 2а в сильно увеличенном (на два порядка) масштабе. Полученная авторами [1] независимость интенсивности пиков от частоты не соответствует вращательному спектру воды, но никак ими не объясняется в [1].

На рисунке 3б статьи [1] приведён фрагмент спектра рис. 3а в диапазоне $32-40 \text{ см}^{-1}$. Здесь авторами [1] указаны частоты "дублета линий" — $36,6$ и $37,13 \text{ см}^{-1}$. Однако положение упоминаемой ими линии ортоизомера молекулы H_2^{16}O на частоте $36,6 \text{ см}^{-1}$ находится не вблизи пика, а вблизи минимума сигнала в наблюдаемом в [1] спектре, а других сравнимых по силе линий в этой

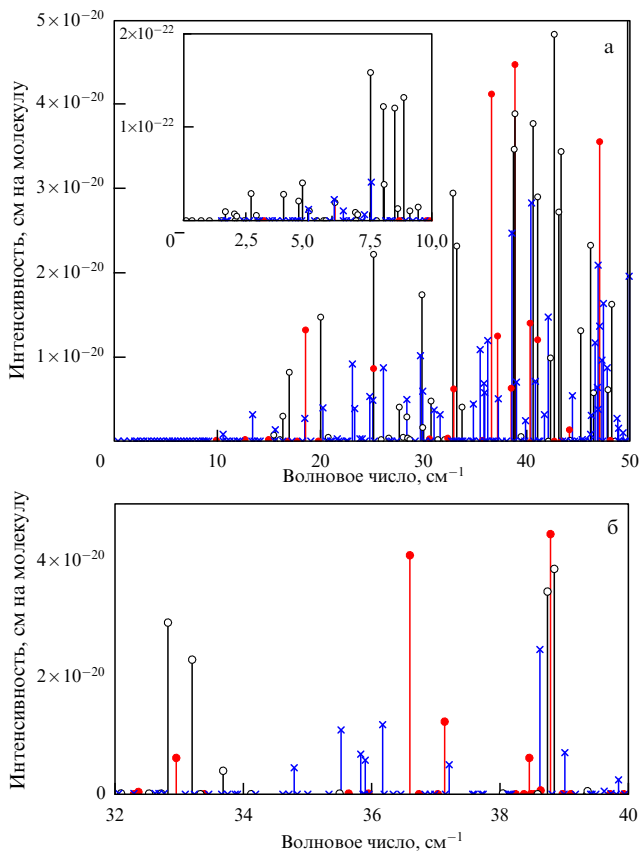


Рис. 2. (а) Диаграмма спектра паров, образующихся при смешивании (1 : 1) тяжёлой и лёгкой воды в диапазоне частот 0–50 см⁻¹. (б) Фрагмент диаграммы рис. а в диапазоне частот 32–40 см⁻¹. Линии D₂¹⁶O отмечены кружками, линии H₂¹⁶O — точками, а линии HDO — крестиками.

области частот, как видно из диаграммы спектра рис. 2б, нет. Интенсивность линии параизомера молекулы H₂¹⁶O на частоте 37,13 см⁻¹ на нашей диаграмме спектра более чем на порядок меньше суммарной интенсивности линий молекул D₂¹⁶O, H₂¹⁶O и HDO, группирующихся у частоты 38,8 см⁻¹, а на рис. 3б [1] пик на частоте 37,1 см⁻¹, напротив, значительно превосходит по интенсивности пик вблизи 38,8 см⁻¹. Пик на частоте 33,4 см⁻¹, приписанный авторами [1] параизомеру воды, на нашей диаграмме спектра отсутствует, а три близко расположенных линии HDO и H₂O, которые могли бы образовать пик на частоте несколько меньшей 33 см⁻¹, соответствуют минимуму спектра рис. 3б из [1]. Таким образом, и на рис. 3б из [1] частоты и интенсивности пиков не соответствуют линиям вращательного спектра смеси изотопологов воды.

На рисунке 4 из [1] на записи спектра воды в диапазоне 0–100 см⁻¹ авторы [1] наблюдают лишь две линии, интенсивность которых превосходит шум. В [1] утверждается, что наблюдаются две линии, на частотах 79,8 см⁻¹ и 88,1 см⁻¹, как "наиболее сильные в указанном диапазоне резонансы". Мы решили сравнить рис. 4 из [1] с данными из базы [3]. На диаграмме спектра паров воды в диапазоне 0–100 см⁻¹, приведённой нами на рис. 3, действительно, наиболее выделяются две линии, но только на частотах 88,1 и 92,5 см⁻¹. Линия на частоте 79,8 см⁻¹ тоже присутствует в спектре, но её интенсивность в несколько раз меньше, чем у линии на частоте

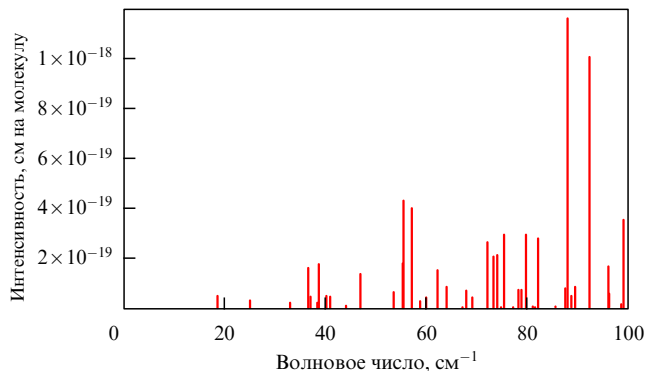


Рис. 3. Диаграмма спектра паров воды в интервале частот 0–100 см⁻¹. На диаграмме можно найти и линии, указанные авторами [1]: на частотах 79,8 и 88,1 см⁻¹. Соотношение их интенсивностей между собой и с интенсивностью других линий значительно отличается от наблюдавшегося в [1].

88,1 см⁻¹. Кроме того, на диаграмме видны и многие другие линии, сравнимые по интенсивности с указанными в [1] двумя линиями. Авторы [1] не объясняют, почему они не видят других линий, имеющих практически такую же интенсивность.

На рисунке 5 из [1] наблюдающиеся пики отождествляются авторами [1] как переходы нижнего колебательного состояния H₂¹⁶O. Для этих линий отношение сигнала к шуму должно было бы быть в несколько тысяч раз большим только из-за большей населённости уровней, чем на линиях в возбуждённом состоянии, приведённых в [1], например, на рис. 2б (кривая 1). Ещё более двух порядков добавляет разница в частотах линий, так как интенсивность линий пропорциональна квадрату частоты. Интенсивности линий различаются также из-за различия в величинах матричных элементов дипольного момента перехода. В итоге линии основного состояния, указанные на рис. 5 [1], превышают по интенсивности линии возбуждённого состояния, указанные на рис. 2б, на много порядков, как видно из сравнения интенсивностей в табл. 1 и 2, где они приведены в одинаковых единицах. Разница, доходящая до восьми порядков, — заметная величина. Но отношение сигнала к шуму на рис. 5 для наиболее сильных линий только в несколько раз лучше, чем на рис. 2б. И это не единственное замечание.

В таблице 2 в двух первых столбцах приведены данные к рис. 5, взятые из текста [1]. В третьем столбце нами указана табличная интенсивность. Табличные значения интенсивностей линий, приведённых на рис. 5 в

Таблица 2

Линия $J'_{K'_1 K'_2} \leftarrow J_{K_1 K_2}$	Частота, см ⁻¹	Интенсивность, см на молекулу (296 К)
5 ₁₄ –5 ₀₅	74,1	0,21 × 10 ⁻¹⁸
7 ₂₅ –7 ₁₆	78,2	0,79 × 10 ⁻¹⁹
4 ₁₄ –3 ₀₃	88,1	0,11 × 10 ⁻¹⁷
4 ₀₄ –3 ₁₃	79,8	0,30 × 10 ⁻¹⁸
9 ₄₆ –8 ₅₃	85,0	0,34 × 10 ⁻²¹
12 ₇₅ –11 ₈₄	90,8	0,74 × 10 ⁻²⁴

[1], даже внутри основного колебательного состояния различаются для разных линий почти на шесть порядков. Но в спектре на рис. 5 интенсивности указанных авторами [1] пиков различаются только в несколько раз. Такое двойное неблагоприятие с интенсивностями линий, причём каждый раз на несколько порядков, по меньшей мере, ставит под сомнение результаты, представленные в [1] на рис. 5.

Проанализируем таким же образом рис. 6 из [1]. В таблице 3 два левых столбца также принадлежат авторам работы [1] (данные содержатся в тексте [1]), далее интенсивности и принадлежность к колебательному состоянию указаны нами по данным [3]. Авторы [1] (см., например, раздел 4) относят все линии на рис. 6 к "вращательным переходам основного электронного и колебательного состояния соответствующих молекул". Но при проверке (см. табл. 3) только часть указанных авторами [1] линий относится к основному колебательному состоянию. На рисунке 6 в [1] одновременно указаны линии основного и возбуждённого колебательных состояний. Их интенсивности на записи спектра различаются лишь в несколько раз, в то время как табличные интенсивности указанных линий различаются, если брать крайние значения, на семь порядков величины. И для одного перехода отождествление не подтверждается. Таким образом, результаты рассматривания рис. 6 из [1] также неудовлетворительны. Такие большие различия между наблюдающимися и расчётными интенсивностями линий необъяснимы.

Для линий ОН на рис. 2б из [1] идентификация не приведена. Мы тоже оказались в затруднении. Если авторы [1] имеют в виду нейтральную молекулу ОН, то не понятно, как она оказалась в воде. В [1] это не объясняется. В воде в результате её частичной диссоциации, как известно, присутствует молекулярный ион OH^- . Но это совсем другая молекула с другим спектром. Отсюда возникает вопрос: какой тип спектра наблюдался в [1]? Авторы [1] этого также не объясняют. Это не вращательные переходы, которым посвящена статья, поскольку вращательные переходы и ОН, и OH^-

лежат намного выше по частоте — в терагерцевом диапазоне [6, 7].

"Вращательный спектр КР молекулы CCl_4 , рассчитанный *ab initio*", приводится в [1] на рис. 2а как объяснение наблюдающихся линий: "Частоты вращательного спектра свободной молекулы $^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_4$ (концентрация таких молекул в CCl_4 составляет $\sim 32,54\%$), рассчитанные *ab initio*, показаны вертикальными линиями".

Молекула $^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_4$ в основном электронном и колебательном состоянии как сферический волчок не обладает вращательным спектром — ни обычным инфракрасным, ни комбинационного рассеяния (КР) [8, 9]. На рисунке 2а в [1] вертикальными неэквилидистантными линиями показано расположение ожидающихся авторами [1] вращательных линий $^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_4$. По-видимому, авторы [1] имеют в виду какой-то новый тип вращательного спектра CCl_4 , который не был известен ранее, но не объясняют, какой. Таким образом, рис. 2а [1] со спектром CCl_4 также представляется неудовлетворительным.

В статье [1] делаются следующие выводы: "Таким образом, впервые с помощью спектроскопии когерентного четырёхфотонного рассеяния лазерного излучения в нескольких жидкостях (CCl_4 , H_2O , D_2O , H_2O_2) в субмиллиметровом диапазоне длин волн ($0-100\text{ см}^{-1}$) обнаружены узкие резонансы, частоты которых с точностью до ширины аппаратной функции спектрометра совпадают с частотами вращательных переходов основного электронного и колебательного состояния соответствующих молекул". Но все проанализированные спектры, представленные на рис. 2–6 из [1], не подтверждают этих выводов. Замечания к каждому из этих рисунков столь существенны, что единственным выводом может быть только то, что авторы [1] не доказали свои утверждения.

Что же тогда наблюдали авторы [1]? По-видимому, вместо спектральных линий наблюдался какой-то ложный сигнал. Скорее всего, это сигнал от интерференции излучения — обычное дело для этого диапазона волн. Это подтверждает и одинаковый порядок амплитуд всех наблюдавшихся линий, весьма надёжные расчётные интенсивности которых различаются на много порядков, в том числе и линий различных молекул, наблюдающихся в одном опыте — ОН и H_2O , и близкое расположение соседних пиков. В действительности ожидать, что линии, различающиеся по интенсивности на много порядков, или различные линии разных веществ, просто расположенные рядом, так выровняются по величине, невозможно. А вот соседние интерференционные пики могут и располагаться рядом, и быть похожими по величине. Разумеется, это лишь одно из возможных объяснений.

В настоящем письме мы ограничились только анализом приведённых в [1] спектров. Нам представляются ошибочными (или недоказанными) и ряд других утверждений авторов [1], в частности, о прикладном значении обнаруженных резонансов, о влиянии межмолекулярного взаимодействия на смещение частот резонансов КР- и ИК-поглощения при переходе от газа к жидкости, об уменьшении интенсивности линии паразитности воды из-за "связывания молекул параводы молекулами белка" и т.п. Но, во-первых, сам факт необнаружения авторами [1] заявленных ими переходов, следующий из анализа их спектров, делает излишним обсуждение их свойств, и, во-вторых, такое обсуждение значительно увеличило бы объём нашего письма.

Таблица 3

Линия $J'_{K'_a K'_c} \leftarrow J_{K_a K_c}$	Частота, см^{-1}	Интенсивность, см на молекулу (296 К)	Колебательное состояние
3 ₃₀ –3 ₂₁	73,3	$0,21 \times 10^{-18}$	000
5 ₁₄ –5 ₀₅	74,1	$0,21 \times 10^{-18}$	000
9 ₄₅ –9 ₃₆	77,3	$0,81 \times 10^{-20}$	000
9 ₃₆ –9 ₂₇	81,0	$0,11 \times 10^{-19}$	000
4 ₃₂ –4 ₂₃	82,15	$0,28 \times 10^{-18}$	000
10 ₄₇ –9 ₅₄	83,5	$0,13 \times 10^{-24}$	010
7 ₃₄ –7 ₂₅	85,6	не найдена*	
4 ₂₃ –4 ₁₄	86,4	$0,16 \times 10^{-21}$	010
4 ₁₄ –3 ₀₃	88,1	$0,11 \times 10^{-17}$	000

* Линия 7₃₄–7₂₅ на указанной частоте нет. Возможно, имелась в виду линия основного состояния (000) 7₃₄–6₄₃ на частоте $85,63\text{ см}^{-1}$ с интенсивностью $0,1 \times 10^{-19}$, но это не меняет ни общей картины, ни выводов.

В заключение сделаем замечание и относительно заглавия статьи, которое не соответствует содержанию. В названии статьи [1] говорится о наблюдении либрационных движений в жидкости. Далее же авторы [1] пишут, что наблюдали узкие резонансы на частотах вращательных линий молекул. Но либрация, упоминающаяся в названии статьи [1], является колебательным, а не вращательным движением, и частоты этих двух процессов не могут совпадать. Действительно, частоты вращательных переходов определяются моментами инерции молекул, а частоты либрационных колебаний определяются как моментами инерции молекул, так и упругой восстанавливающей силой, характеризующейся постоянной упругости крутильных колебаний молекул в среде. Если же молекулы не совершают цуга колебаний, а их движение — это только отклонение от первоначального положения, прерванное каким-либо процессом, то такое движение не только не может образовать узкие линии, но и вообще не имеет выделенной частоты и более соответствует дебаевскому (ориентационному) поглощению.

Проанализировав данные статьи [1], мы решили пока отложить применение её результатов к нашим исследованиям.

Наше решение направить в редакцию *УФН* это письмо связано только с тем, что рассматриваемая статья [1] появилась в уважаемом научном журнале по материалам доклада в уважаемом собрании. По-види-

мому, работа [1] не была проанализирована спектроскопистом*.

Список литературы

1. Бункин А Ф, Нурматов А А, Першин С М "Когерентная четырехфотонная спектроскопия низкочастотных либраций молекул в жидкости" *УФН* **176** 883 (2006) [Bunkin A F, Nurmatov A A, Pershin S M "Coherent four-photon spectroscopy of low-frequency molecular librations in a liquid" *Phys. Usp.* **49** 855 (2006)]
2. Крупнов А Ф "Микроволновая спектроскопия", в кн. *Физическая энциклопедия* (Гл. ред. А М Прохоров) Т. 3 (М.: Большая Российская энциклопедия, 1999)
3. The HITRAN Database, <http://www.cfa.harvard.edu/hitran/>
4. Tennyson J et al. *J. Phys. Chem. Ref. Data* **30** 735 (2001)
5. Rothman L S et al. *J. Quant. Spectr. Radiat. Transfer* **60** 665 (1998)
6. Matsushima F et al. *J. Mol. Spectrosc.* **235** 261 (2006)
7. Varburg T D, Evenson K M *J. Mol. Spectrosc.* **157** 55 (1993)
8. Herzberg G *Molecular Spectra and Molecular Structure* Vol. 2 *Infrared and Raman Spectra of Polyatomic Molecules* (New York: Prentice-Hall, 1945) [Герцберг Г *Колебательные и вращательные спектры многоатомных молекул* (М.: ИЛ, 1949)]
9. Сушинский М М *УФН* **65** 441 (1958)

* Считаю необходимым пояснить, что материалы Научных сессий Отделения физических наук РАН являются для журнала *Успехи физических наук* официальными материалами, предоставляемыми для публикации учредителями журнала. Поэтому статьи, написанные на основе докладов, представленных на этих сессиях, редколлегией *УФН* предварительно не рассматриваются и не проходят рецензирования в *УФН*, в отличие от всех других публикуемых в журнале статей. (Примеч. ред.)

Comments on "Coherent four-photon spectroscopy of low frequency molecular librations in a liquid" by A.F. Bunkin, A.A. Nurmatov and S.M. Pershin

A.F. Krupnov, M.Yu. Tretyakov
 Institute of Applied Physics, Russian Academy of Sciences,
 ul. Ul'yanova 46, 603950 Nizhny Novgorod, Russian Federation
 Tel. (7-831) 416-48 66. Fax (7-831) 436-37 92
 E-mail: kru@appl.sci-nnov.ru, trt@appl.sci-nnov.ru

Analysis of the results of the title paper (see *Usp. Fiz. Nauk* **176** (8) 883 (2006) [*Phys. Usp.* **49** (8) 855 (2006)]) invalidates the proposed interpretation of all the presented spectra, thus compromising the conclusions of the paper.

PACS number: **33.20-t**

DOI: 10.3367/UFNr.0179.200912p.1363

Bibliography — 9 references

Received 3 April 2009, revised 5 November 2009

Uspekhi Fizicheskikh Nauk **179** (12) 1363–1367 (2009)

Physics–Uspekhi **52** (12) (2009)