

**Общая и неорганическая химия**  
**ЛЕКЦИИ**

Лекция 6. **Водород и кислород. Вода. Пероксид водорода.**

**Водород**

Атом водорода – простейший объект химии. Строго говоря, его ион – протон – еще проще. Впервые описан в 1766 г. Кавендишем [1]. Название от греч. “hydro genes” – порождающий воду.

Радиус атома водорода примерно  $0,5 \cdot 10^{-10}$  м, а его иона (протона) –  $1,2 \cdot 10^{-15}$  м. Или же от 50 пм до  $1,2 \cdot 10^{-3}$  пм или от 50 метров (диагональ СХА) до 1 мм. Следующий 1s элемент – литий меняется только от 155 пм до 68 пм у  $Li^+$ .

Такая разница в размерах атома и его катиона (5 порядков) уникальна. Благодаря малому размеру протона осуществляется обменная **водородная связь**, прежде всего между атомами кислорода, азота и фтора. Прочность водородных связей составляет 10-40 кДж/моль, что значительно меньше энергии разрыва большинства обычных связей (100-150 кДж/моль в органических молекулах), но больше средней кинетической энергии теплового движения при 37°C (4 кДж/моль). В результате в живом организме водородные связи обратимо разрываются, обеспечивая протекание процессов жизнедеятельности.

Водород плавится при 14 К, кипит при 20,3 К (давление 1 атм), плотность жидкого водорода всего 71 г/л (в 14 раз легче воды).

В разреженной межзвездной среде обнаружены возбужденные атомы водорода с переходами вплоть до  $n = 733 \rightarrow 732$  с длиной волны 18 м, что соответствует борновскому радиусу ( $r = n^2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-10}$  м) порядка 0,1 мм (!) [2].

Самый распространенный элемент в космосе (88,6% атомов, 11,3% атомов приходится на гелий, и только 0,1% – атомы всех остальных элементов) [3].



Поскольку протоны имеют спин 1/2, существуют три варианта молекул водорода:

**ортоводород** o- $H_2$  с параллельными ядерными спинами,

**параводород** p- $H_2$  с антипараллельными спинами и

**нормальный** n- $H_2$  – смесь 75% орто-водорода и 25% пара-водорода.

При превращении o- $H_2 \rightarrow$  p- $H_2$  выделяется 1418 Дж/моль.

**Свойства орто- и параводорода**

Водород	Tкрит., К	Tкип., К	Tплав., К	Плотн., г/л (20 К)
n- $H_2$	33,244	20,39	13,967	71,35
p- $H_2$	32,994	20,26	13,813	71,08
o- $H_2$	33,24	20,45	14,05	

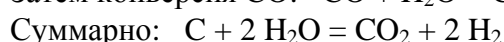
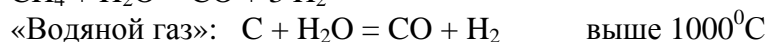
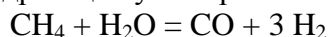
Так как атомная масса водорода – минимально возможная, его изотопы – дейтерий D ( ${}^2\text{H}$ ) и тритий T ( ${}^3\text{H}$ ) существенно отличаются от протия  ${}^1\text{H}$  по физическим и химическим свойствам. Например, замена одного из водородов в органическом соединении на дейтерий заметно отражается на его **колебательном** (инфракрасном) спектре, что позволяет устанавливать структуру сложных молекул. Подобные замены (“метод меченых атомов”) используют также для установления механизмов сложных

химических и биохимических процессов. Особенно чувствителен метод меченых атомов при использовании вместо протия радиоактивного трития ( $\beta$ -распад, период полураспада 12,5 лет).

### Свойства протия и дейтерия

Водород	Ткип., К	Тплав., К	Плотн., г/л (20 К)
H <sub>2</sub>	20,39	13,97	71,35
D <sub>2</sub>	23,4	18,6	

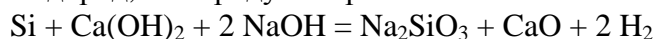
Основной метод **получения водорода** в промышленности – конверсия метана или гидратация угля при 800-1100<sup>0</sup>С (катализатор):



Другие источники водорода.

Коксовый газ: около 55% водорода, 25% метана, до 2% тяжелых углеводородов, 4-6% CO, 2% CO<sub>2</sub>, 10-12% азота.

Водород, как продукт горения:



На 1 кг пиротехнической смеси выделяется до 370 л водорода [4].

Водород в виде простого вещества **применяют** для производства аммиака и гидрирования (отверждения) растительных жиров, для восстановления из оксидов некоторых металлов (молибден, вольфрам), для получения гидридов (LiH, CaH<sub>2</sub>, LiAlH<sub>4</sub>).

Энтальпия реакции:  $\text{H} + \text{H} = \text{H}_2$  составляет -436 кДж/моль, поэтому атомарный водород используется для получения высокотемпературного восстановительного «пламени» («горелка Ленгмюра»). Струя водорода в электрической дуге атомизируется при 3500<sup>0</sup>С на 30%, затем при рекомбинации атомов удается достичь 5000<sup>0</sup>С.

Сжиженный водород используется в качестве топлива в ракетах (см. кислород). Перспективное экологически чистое топливо для наземного транспорта; идут эксперименты по использованию металлгидридных аккумуляторов водорода. Например, сплав LaNi<sub>5</sub> может поглотить в 1,5-2 раза больше водорода, чем его содержится в таком же объеме (как объем сплава) жидкого водорода.

## Кислород

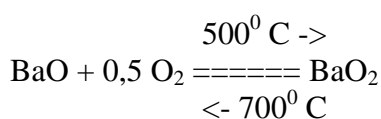
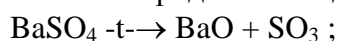
Согласно общепринятым сейчас данным, кислород открыт в 1774 г. Дж. Пристли и независимо К.Шееле [5]. История открытия кислорода – хороший пример влияния парадигм на развитие науки (см. Дополнение 1).

По-видимому, на самом деле кислород был открыт гораздо раньше официальной даты. В 1620 г. любой желающий мог прокатиться по Темзе (в Темзе) на подводной лодке конструкции Корнелиуса ван Дреббеля [6]. Лодка двигалась под водой благодаря усилиям дюжины гребцов. По свидетельствам многочисленных очевидцев, изобретатель подводной лодки успешно решил проблему дыхания, «освежая» воздух в ней химическим способом. Роберт Бойль [7] писал в 1661 г. [8]: «... Кроме механической конструкции лодки, у изобретателя имелся химический раствор (liquor), который он

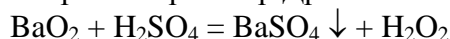
считал главным секретом подводного плавания. И когда время от времени он убеждался в том, что пригодная для дыхания часть воздуха уже израсходована и затрудняла дыхание находящихся в лодке людей, он мог, раскупорив наполненный этим раствором сосуд, быстро восполнить воздух таким содержанием жизненных частей, которые сделали бы его вновь пригодным для дыхания на достаточно длительное время”.

Здоровый человек в спокойном состоянии за сутки прокачивает через свои легкие около 7200 л воздуха, забирая безвозвратно 720 л кислорода. В закрытом помещении объемом 6 м<sup>3</sup> человек может продержаться без вентиляции до 12 часов, а при физической работе 3-4 часа. Основная причина затруднения дыхания – не недостаток кислорода, а *накопление углекислого газа* с 0,3 до 2,5% [<sup>9</sup>, <sup>10</sup>].

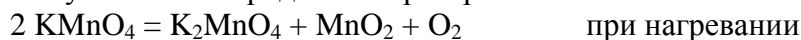
Долгое время основным методом получения кислорода был "бариевый" цикл (получение кислорода по методу Брина) [<sup>11</sup>]:



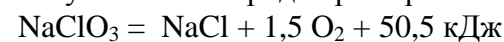
Секретный раствор Дреббеля мог быть раствором пероксида водорода:



Получение кислорода в лаборатории:



Получение кислорода при горении пиромесели:



В смеси до 80% NaClO<sub>3</sub> , до 10% железного порошка, 4% перекиси бария и стекловата.

Молекула кислорода *парамагнитна* (практически – бирадикал) [<sup>12</sup>], поэтому высока ее активность. Органические вещества на воздухе окисляются через стадию образования пероксидов.

Кислород плавится при 54,8 К, кипит при 90,2 К.

Аллотропная модификация элемента кислорода – вещество озон O<sub>3</sub>.

Чрезвычайно важна биологическая *озоновая защита* Земли. На высоте 20-25 км устанавливается равновесие:

УФ < 280 нм		УФ 280-320 нм
O <sub>2</sub> ----> 2 O*	O* + O <sub>2</sub> + M --> O <sub>3</sub>	O <sub>3</sub> -----> O <sub>2</sub> + O
	(M – N <sub>2</sub> , Ar)	

В 1974 г обнаружено, что атомарный хлор, который образуется из фреонов на высоте больше 25 км, катализирует распад озона, как бы заменяя "озоновый" ультрафиолет. Этот УФ способен вызывать рак кожи (в США в год до 600 тыс. случаев). Запрет на фреоны в аэрозольных баллонах действует в США с 1978 г.

С 1990 г. в список запрещенных веществ (в 92 странах) включены CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub> , CCl<sub>4</sub> , хлорбромуглеводороды – их производство сворачивается к 2000 г [<sup>13</sup>].

### Горение водорода в кислороде

Реакция очень сложная (схема в лекции 3), поэтому до начала практического применения потребовалось длительное изучение.

21 июля 1969 г. первый землянин – Н.Армстронг прошелся по Луне. Ракета-носитель “Сатурн-5” (конструктор – Вернер фон Браун) состоит из трех ступеней. В первой керосин и кислород, во второй и третьей – жидкие водород и кислород. Всего 468 т жидких O<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>. Произведено 13 успешных запусков.

С апреля 1981 г. в США осуществляет полеты “Спейс шаттл”: 713 т жидких O<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>, а также два твердотопливных ускорителя по 590 т (суммарная масса твердого топлива 987 т). Первые 40 км подъем на ТТУ, от 40 до 113 км работают двигатели на водороде и кислороде.

15 мая 1987 г. первый старт “Энергии”, 15 ноября 1988 г. первый и единственный полет “Бурана”. Стартовая масса 2400 т., масса топлива (керосина в боковых отсеках, жидких O<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>) 2000 т. Мощность двигателей 125000 МВт, полезный груз 105 т [14].

**Не всегда** горение было управляемым и удачным.

В 1936 г. был построен самый большой в мире водородный дирижабль LZ-129 “Гинденбург”. Объем 200000 м<sup>3</sup>, длина около 250 м, диаметр 41,2 м. Скорость 135 км/час благодаря 4 двигателям по 1100 л.с., полезная нагрузка 88 т. Дирижабль совершил 37 рейсов через Атлантику и перевез более 3 тыс. пассажиров.

6 мая 1937 г. при причаливании в США дирижабль взорвался и сгорел. Одна из возможных причин – диверсия [15].

28 января 1986 г. на 74-й секунде полета взорвался “Челленджер” с семью космонавтами – 25-й рейс системы “Шаттл”. Причина – дефект твердотопливного ускорителя.

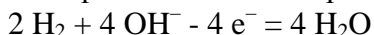
### **Демонстрация:**

взрыв гремучего газа (смеси водорода с кислородом)

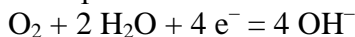
### **Топливные элементы**

Технически важный вариант этой реакции горения – разделение процесса на два:

электроокисление водорода (анод):



электровосстановление кислорода (катод):



Система, в которой осуществляется такое “горение” – **топливный элемент**.

КПД гораздо выше, чем у тепловых электростанций, поскольку отсутствует специальная стадия генерации теплоты. Максимальный КПД =  $\Delta G/\Delta H$ ; для горения водорода получается 94%.

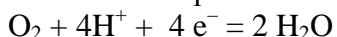
Эффект известен с 1839 г., но первые практически работающие ТЭ реализованы в конце XX века в космосе (“Джемини”, “Аполлон”, “Шаттл” – США, “Буран” – СССР) [16].

### **Перспективы топливных элементов [17]**

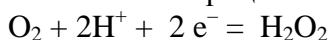
Представитель фирмы Ballard Power Systems, выступая на научной конференции в Вашингтоне, подчеркнул, что коммерчески оправданным двигатель на топливных элементах станет, когда он будет отвечать четырем основным критериям: снижению стоимости вырабатываемой энергии, повышению долговечности, уменьшению размеров установки и возможности быстрого запуска в холодную погоду. Стоимость одного киловатта энергии, выработанного установкой на топливных элементах, должна снизиться до 30 долларов США. Для сравнения, в 2004 году аналогичный показатель составлял 103 долларов, а в 2005 ожидается на уровне 80 долларов. Для достижения данной цены необходимо выпускать не менее 500 тысяч двигателей в год. Европейские ученые более осторожны в прогнозах и считают, что коммерческое использование топливных водородных элементов в автопромышленности начнется не ранее 2020 года.

Раздельное “горение” протекает и **в живом организме**.

Атомы водорода, отщепленные от субстратов дегидрогеназами, в митохондриях передают свои электроны кислороду, восстанавливая его до воды:



Вредный побочный процесс – неполное окисление до пероксида водорода:



### **Вода**

Благодаря водородным связям между молекулами вода обладает рядом уникальных свойств. Плотность льда на 9% меньше, чем у воды –  $0,917 \text{ г/см}^3$ , что обусловлено его “рыхлой” кристаллической структурой, стабилизированной водородными связями. Это свойство льда предохраняет водоемы от промерзания. Теплота плавления льда  $6 \text{ кДж/моль}$ , теплота испарения воды  $44 \text{ кДж/моль}$ . В талой воде частично сохраняются фрагменты структуры льда. У жидкой воды зависимость теплоемкости от температуры имеет минимум при  $37^\circ\text{C}$ , что соответствует температуре человеческого тела. Это способствует наиболее эффективному протеканию биохимических реакций в организме человека.

Жидкая вода отличается также высоким коэффициентом поверхностного натяжения на границе с воздухом –  $72 \text{ мН/м}$  при  $298 \text{ К}$  (у этанола  $22$ , у гептана  $21$ , у глицерина  $59 \text{ мН/м}$ ).

В организме взрослого человека содержится 65-67% воды.

### **Пероксид водорода**

Впервые вещество получил Тенар [<sup>18</sup>] в виде раствора в 1818 г., в чистом виде в 1820 г. при реакции пероксида бария с серной кислотой (см. выше).

Неустойчивое соединение:



Традиционно секретное вещество, поскольку в концентрированном виде используется как однокомпонентное ракетное топливо. С 1934 г. было перспективным топливом для турбин подводных лодок и источником кислорода. “Военные” названия: “аурол”, “оксилин”, “топливо Т” [<sup>19</sup>].

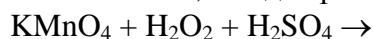
Получить пероксид водорода можно из пероксида бария (см. выше).

### **Демонстрации:**

- а) каталитический распад пергидроли (с  $\text{MnO}_2$ )
- б) получение  $\text{H}_2\text{O}_2$  из перекиси бария и азотной кислоты, реакция с раствором перманганата
- в) восстановительные и окислительные свойства  $\text{H}_2\text{O}_2$  – с перманганатом и иодидом.

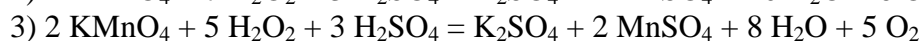
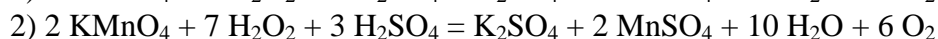
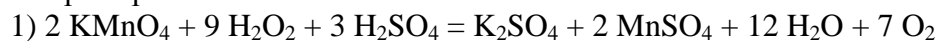
Окислительно-восстановительные реакции с участием перекиси водорода.

Из Московской олимпиады школьников по химии (1996/97 уч.год) 9 класс:  
9-5. Известно, что для реакции:



можно написать бесконечное число формально “правильных” уравнений (числа атомов каждого элемента справа и слева равны).

Например:



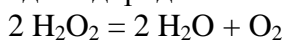
1) Почему это возможно?

Решение:

Правильное – уравнение 3):

В нем формально электроны от  $O^{-1}$  переходят к  $Mn^{+7}$ .

Остальные уравнения – это суммы уравнения 3) с уравнением каталитического распада пероксида водорода:



### **Дополнение 1 к лекции 6**

*Из истории открытия кислорода – о влиянии парадигм на развитие науки*

Т. Кун Логика и методология науки

СТРУКТУРА НАУЧНЫХ РЕВОЛЮЦИЙ

<http://www.PHILOSOPHY.ru/library/kuhn/01/00.html>

Перевод с английского И. З. НАЛЕТОВА

## VI АНОМАЛИЯ И ВОЗНИКНОВЕНИЕ НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ (фрагмент)

Чтобы увидеть, как тесно переплетаются фактические и теоретические новшества в научном открытии, рассмотрим хорошо известный пример — открытие кислорода. По крайней мере три человека имеют законное право претендовать на это открытие, и, кроме них, еще несколько химиков в начале 70-х годов XVIII века осуществляли обогащение воздуха в лабораторных сосудах, хотя сами не знали об этой стороне своих опытов [1]. Прогресс нормальной науки, в данном случае химии газов, весьма основательно подготовил для этого почву. Самым первым претендентом, получившим относительно чистую пробу газа, был шведский аптекарь К. В. Шееле. Тем не менее мы можем игнорировать его работу, так как она не была опубликована до тех пор, пока о повторном открытии кислорода не было заявлено в другом месте, и, таким образом, его работа никак не сказалась на исторической модели, которая интересует нас в данном случае прежде всего [2]. Вторым по времени заявившим об открытии был английский ученый и богослов Джозеф Пристли, который собрал газ, выделившийся при нагревании красной окиси ртути, как исходный материал для последующего нормального исследования “воздухов”, выделяемых большим количеством твердых веществ. В 1774 году он отождествил газ, полученный таким образом, с закисью азота, а в 1775 году, осуществляя дальнейшие проверки, — с воздухом вообще, имеющим меньшую, чем обычно, дозу флогистона. Третий претендент, Лавуазье, начал работу, которая привела его к открытию кислорода, после эксперимента Пристли в 1774 году и, возможно, благодаря намеку со стороны Пристли. В начале 1775 года Лавуазье сообщил, что газ, получаемый после нагревания красной окиси ртути, представляет собой “воздух как таковой без изменений [за исключением того, что]... он оказывается более чистым, более пригодным для дыхания” [3]. К 1777 году, вероятно не без второго намека Пристли, Лавуазье пришел к выводу, что это был газ особой разновидности, один из основных компонентов, составляющих атмосферу. Сам Пристли с таким выводом никогда не смог бы согласиться.

Эта схема открытия поднимает вопрос, который следует задать о каждом новом явлении, осознаваемом учеными. Кто первый открыл кислород: Пристли, Лавуазье или кто-то еще? Как бы то ни было, возникает и другой вопрос: когда был открыт кислород? Последний вопрос был бы уместен даже в том случае, если бы существовал только один претендент. Сами по себе вопросы приоритета и даты нас, вообще говоря, не интересуют. Тем не менее стремление найти ответ на них освещает природу

научного открытия, потому что нет очевидного ответа на подобный вопрос. Открытие не относится к числу тех процессов, по отношению к которым вопрос о приоритете является полностью адекватным. Тот факт, что он поставлен (вопрос о приоритете в открытии кислорода не раз поднимался с 80-х годов XVIII века), есть симптом какого-то искажения образа науки, которая отводит открытию такую фундаментальную роль. Вернемся еще раз к нашему примеру. Претензии Пристли по поводу открытия кислорода основывались на его приоритете в получении газа, который позднее был признан особым, не известным до тех пор видом газа. Но проба Пристли не была чистой, и если получение кислорода с примесями считать его открытием, тогда то же в принципе можно сказать о всех тех, кто когда-либо заключал в сосуд атмосферный воздух. Кроме того, если Пристли был первооткрывателем, то когда в таком случае было сделано открытие? В 1774 году он считал, что получил закись азота, то есть разновидность газа, которую он уже знал. В 1775 году он полагал, что полученный газ является дефлогистированным воздухом, но еще не кислородом. Для химика, придерживающегося теории флогистона, это был совершенно неведомый вид газа. Претензии Лавуазье более основательны, но они поднимают те же самые проблемы. Если мы не отдаем пальму первенства Пристли, то мы не можем присудить ее и Лавуазье за работу 1775 года, в которой он приходит к выводу об идентичности газа с “воздухом как таковым”. По-видимому, больше похожи на открытие работы 1776 и 1777 годов, в которых Лавуазье не просто указывает на существование газа, но и показывает, что представляет собой этот газ. Однако и это решение можно было бы подвергнуть сомнению. Дело в том, что и в 1777 году, и до конца своей жизни Лавуазье настаивал на том, что кислород представляет собой атомарный “элемент кислотности” и что кислород как газ образуется только тогда, когда этот “элемент” соединяется с теплородом, с материей теплоты [4]. Можем ли мы на этом основании говорить, что кислород в 1777 году еще не был открыт? Подобный соблазн может возникнуть. Но элемент кислотности был изгнан из химии только после 1810 года, а понятие теплорода умирало еще до 60-х годов XIX века. Кислород стал рассматриваться в качестве обычного химического вещества еще до этих событий.

Очевидно, что требуется новый словарь и новые понятия для того, чтобы анализировать события, подобные открытию кислорода. Хотя предложение “Кислород был открыт”, несомненно, правильно, оно вводит в заблуждение, внушая мысль, что открытие чего-либо представляет собой простой единичный акт, сравнимый с нашим обычным (а также не слишком удачным) понятием видения. Вот почему мы так охотно соглашаемся с тем, что процесс открытия, подобно зрению или осязанию, столь же определенно должен быть приписан отдельной личности и определенному моменту времени. Но открытие никогда невозможно приурочить к определенному моменту; часто его нельзя и точно датировать. Игнорируя Шееле, мы можем уверенно сказать, что кислород не был открыт до 1774 года. Мы могли бы, вероятно, также сказать, что он был открыт к 1777 году или немногим позже. Но в этих границах или других, подобных этим, любая попытка датировать открытие неизбежно должна быть произвольной, поскольку открытие нового вида явлений представляет собой по необходимости сложное событие. Оно предполагает осознание и того, что произошло, и того, каким образом оно возникло. Заметим, например, что если кислород является для нас воздухом с меньшей долей флогистона, то мы должны утверждать без колебаний, что первооткрывателем его был Пристли, хотя еще и не знаем, когда было сделано открытие. Но если с открытием неразрывно связано не только наблюдение, но и концептуализация, обнаружение самого факта и усвоение его теорией, тогда открытие есть процесс и должно быть длительным по времени. Только если все соответствующие концептуальные категории подготовлены заранее, открытие чего-то и

определение, что это такое, легко осуществляется совместно и одновременно (но в таком случае нельзя было бы говорить о явлении нового вида).

Допустим теперь, что открытие предполагает продолжительный, хотя и не обязательно очень длительный, процесс концептуального усвоения. Можем ли мы также сказать, что оно влечет за собой изменение парадигмы? На этот вопрос нельзя дать общего ответа, но в данном случае по крайней мере ответ должен быть утвердительным. То, о чем писал Лавуазье в своих статьях начиная с 1777 года, было не столько открытием кислорода, сколько кислородной теорией горения. Эта теория была ключом для перестройки химии, причем такой основательной, что ее обычно называют революцией в химии. В самом деле, если бы открытие кислорода не было непосредственной частью процесса возникновения новой парадигмы в химии, то вопрос о приоритете, с которого мы начали, никогда не казался бы таким важным. В этом случае, как и в других, определение того, имеет ли место новое явление, и, таким образом, установление его первооткрывателя меняется в зависимости от нашей оценки той степени, в которой это явление нарушило ожидания, вытекающие из парадигмы. Заметим, однако (так как это будет важно в дальнейшем), что открытие кислорода само по себе не было причиной изменения химической теории. Задолго до того, как Лавуазье сыграл свою роль в открытии нового газа, он был убежден, что в теории флогистона было что-то неверным и что горящие тела поглощают какую-то часть атмосферы. Многие соображения по этому вопросу он сообщил в заметках, отданных на хранение во Французскую Академию в 1772 году [5]. Работа Лавуазье над вопросом о существовании кислорода дополнительно способствовала укреплению его прежнего мнения, что где-то был допущен просчет. Она подсказала ему то, что он уже готов был открыть, — природу вещества, которое при окислении поглощается из атмосферы. Это более четкое осознание трудностей, вероятно, было главным, что заставило Лавуазье увидеть в экспериментах, подобных экспериментам Пристли, газ, который сам Пристли обнаружить не смог. И наоборот, для того, чтобы увидеть то, что удалось увидеть Лавуазье, был необходим основательный пересмотр парадигм, что оказалось принципиальной причиной того, что Пристли до конца своей жизни не смог увидеть кислород.

#### **Литература к фрагменту из книги Т.Куна:**

1. По поводу дискуссии об открытии кислорода, которая считается классической до сих пор, см.: A. N. Meldrum. *The Eighteenth-Century Revolution in Science — the First Phase*. Calcutta, 1930, chap. V. Недавний, не вызывающий возражений обзор, включая рассмотрение предшествующих споров, дал М. Дома: M. Daumas. *Lavoisier, th?oricien et exp?rimentateur*. Paris, 1955, chaps. II—III. Более полный анализ и библиографию см. также: T. S. Kuhn. *The Historical Structure of Scientific Discovery*. — “Science”, CXXXVI, June 1, 1962, p. 760—764.
2. О другой оценке роли Шееле см.: Uno Bocklund. *A Lost Letter from Scheele to Lavoisier*. — “Lychnos”, 1957—1958, p 39—62.
3. J. V. Conant. *The Overthrow of the Phlogiston Theory: The Chemical Revolution of 1775—1789*. — “Harvard Case Histories in Experimental Science”, Case 2. Cambridge. Mass., 1950, p 23. Эта очень полезная брошюра воспроизводит много необходимых документов.
4. H. Metzger. *La philosophie de la mati?re chez Lavoisier*. Paris, 1935; Daumas. *Op. cit.*, chap. VII.
5. Наиболее авторитетное изложение причин неудовлетворенности Лавуазье было предпринято в: H. Guerlac. *Lavoisier — the Crucial Year: The Background and Origin of His First Experiments on Combustion in 1772*. Ithaca, N. Y., 1961.

#### **Дополнение 2 к лекции 6**

#### ***Холодный термомод – «лже» или все-таки наука?***

См. «Ломоносов» № 9 (15) сентябрь 2003, с.34-39



Второй ушат холодного ядерного синтеза  
Консультативный совет по изучению энергии – ERAB (Energy Research Advisory Board), доклад о холодном синтезе: <http://www.ncas.org/erab>  
Доклад Станислава Шпака и Памелы Мосье-Босс “тепловые и ядерные аспекты Pd/D2O системы”: <http://www.lenr-canr.org/acrobat/MosierBossthermalanda.pdf>

### Дополнение 3 к лекции 6 *Структура воды и эффекты "восприятия" и памяти*

Выпускник МГУ **С.В. Зенин** защитил диссертацию (доктор биологических наук), посвященную памяти воды. До сих пор считалось, что вода не может образовывать долгоживущих структур. Однако его расчеты показали, что вода представляет собой иерархию правильных объемных структур, в основе которых лежит кристаллоподобный "квант воды", состоящий из 57 ее молекул. (Модель ассоциата из 57 молекул воды - тетраэдр из 4-х додекаэдров) Эта структура энергетически выгодна и разрушается с освобождением свободных молекул воды лишь при высоких концентрациях спиртов и подобных им растворителей. "Кванты воды" могут взаимодействовать друг с другом за счет свободных водородных связей, что приводит к появлению структур второго порядка в виде шестигранников. Они состоят из 912 молекул воды, которые практически не способны к взаимодействию за счет образования водородных связей.

Это свойство объясняет чрезвычайно лабильный характер их взаимодействия. Его природа обусловлена дальними кулоновскими силами, определяющими новый вид зарядово-комплементарной связи. Именно за счет этого вида взаимодействий осуществляется построение структурных элементов воды в ячейки (клатраты) размером до 0,5-1 микрон. Их можно непосредственно наблюдать при помощи контрастно-фазового микроскопа.

Структурированное состояние воды оказалось чувствительным датчиком различных полей, особо следует выделить её реагирование на изменение состояния электромагнитного вакуума. Автор считает, что мозг, состоящий на 90% из воды, может изменять структуру вакуума. В лаборатории Зенина наблюдали воздействие людей на свойства воды. Это воздействие бывает настолько мощным, что тестовые микроорганизмы не только прекращают движение, но погибают и даже растворяются в ней.

О структуре кластеров см. [20]

Японский исследователь **Масару Эмото** (Masaru Emoto) приводит еще более удивительные доказательства информационных свойств воды. За время работы он сделал более 10000 фотографий, некоторые из них опубликованы в его книгах «The Messages from Water» 1, 2 и «Water knows the answer.»

Доктор Эмото использовал Анализатор Магнитного Резонанса (MRA) для нескольких функций, включая качественный анализ воды. Он заметил, что никакие два образца воды не образуют абсолютно похожих кристаллов, и что **форма кристаллов отражает свойства воды**. Согласно доктору Эмото, современная медицина сосредотачивает свои наблюдения на молекулярном (химическом) уровне. Однако, чтобы успешно заниматься лечением, нужно обратиться глубже молекулярного уровня – на уровень атомов, и даже микрочастиц.

Для получения **фотографий микрокристаллов капельки воды** помещают в 100 чашек Петри и резко охлаждают в морозильнике в течение 2 часов. Затем они помещаются в специальный прибор, который состоит из холодильной камеры и микроскопа с подключенным к нему фотоаппаратом. При температуре -5 градусов С в

темном поле микроскопа под увеличением 200-500 раз рассматриваются образцы и делаются снимки наиболее характерных кристаллов.

**В лаборатории были исследованы образцы воды** из различных водных источников всего мира. Вода подвергалась различным видам воздействия такие как музыка, изображения, электромагнитное излучение от телевизора, мысли одного человека и групп людей, молитвы, напечатанные и произнесенные слова [21].

## Библиография к лекции 6

1. . Водород открыл Генри **Кавендиш** (1731-1810) – английский физик и химик. Впервые наблюдал выделение водорода в 1766 г., получил при сгорании водорода воду в 1781 г. Кавендиш считал водород чистым флогистоном.
2. . Гершензон Е.М. Исследование одиночных атомов Соросовский Образовательный журнал , 1995, №1, с.116-123
3. . Эти цифры (Энциклопедия Аванта+, том Химия, с.436) не могут быть абсолютно истинными, но по любым другим данным, водорода во Вселенной не менее 75%.
4. . А.А.Шидловский, Основы пиротехники. М., Машиностроение, 1973, 320 с.
5. . Джозеф **Пристли** (Пристлей) (1733-1804), англ. химик и философ, открыл и изучил ряд газов: CO<sub>2</sub>, HCl, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, CO. Карл Вильгельм **Шееле** (1742-1786), шведский химик, открыл и изучил ряд газов (Cl<sub>2</sub>, AsH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S)? металлов (Mn, Mo, W) и органических веществ.
6. . Корнелий ван **Дреббель** (ок.1572-1633), голландский изобретатель и инженер, работал в Англии при дворе короля Иакова 1. Интернет: [wysiwyg://17/http://www.submarina.ru/intro.php?02](http://www.submarina.ru/intro.php?02)
7. . Роберт **Бойль** (1627-1691), англ. физик и химик, открыл в 1660 г. газовый закон, в 1663 впервые использовал кислотно-основные индикаторы.
8. . Полунов Ю. Освобожденный кислород, или как дышали в подводной лодке Дреббеля. Интернет: [http://old.submarine.ru/win/698/hroniki2\\_1.html](http://old.submarine.ru/win/698/hroniki2_1.html)
9. . Скрупский В.А. Ты – мое дыхание “Химия и жизнь – XXI век”, № 2, 1997, с.42-45
10. . По данным М.Метелева и В.В.Загорского, в замкнутом объеме для дыхания мышей более важно удаление углекислого газа, а не уменьшение содержания кислорода в воздухе.
11. . Реми Г. Курс неорганической химии. т.1, М.: "Мир", 1972. – 824 с.(нем. 11 изд. 1960), с.265
12. . Бирадикальный характер молекулы кислорода не строго, но наглядно можно объяснить с помощью молекулярной диаграммы, которая есть практически во всех учебниках общей химии: Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия, М., 1988, стр. 54-62; Неорганическая химия: В 3 т., Т. 1: Физико-химические основы неорганической химии. /М.Е.Тамм, Ю.Д.Третьяков, М., 2004.
13. . Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рандерс Й. За пределами роста. Учебное пособие. - М.: Изд. группа "Прогресс", "Пангея", 1994 - 304 с., с.162-181
14. . Губанов Б. “Энергия”-”Буря” – шаг в будущее Наука и жизнь, 1989, № 4, с.2-9; Патрунов Ф.Г. Ниже 120° по Кельвину. – М.: Знание, 1989.– 176 с., с.97-99
15. . Фото дирижаблей Цепелин: [http://info.dolgopa.org/album/06\\_17.htm](http://info.dolgopa.org/album/06_17.htm)
16. . Коровин Н.В. Топливные элементы Соросовский Образовательный журнал, № 10, 1998, с.55-59
17. . Серийный автомобиль с водородным двигателем <http://www.autoprovodnik.ru/news/?l=1&p=8&aid=153>
18. . Луи Жак **Тенар** (1777-1857), франц. химик, работал с Ж.Гей-Люссаком (открыли бор, выделили в чистом виде ряд элементов).
19. . Шапиро Л.С. Совершенно секретно... Перекись водорода. Интернет: <http://www.submarina.ru/intro.php?17>
20. . Зенин С.В., Тяглов Б.В., Гидрофобная модель структуры ассоциатов молекул воды. Журнал физической химии, 1994, т. 68, № 4, стр. 636-641
21. . <http://avenue.h10.ru/water.html> <http://www.hado.net> дубль <http://www.methodsilva.com/index.php?page=3&pub=5>

<sup>1</sup>. Водород открыл Генри **Кавендиш** (1731-1810) – английский физик и химик. Впервые наблюдал выделение водорода в 1766 г., получил при сгорании водорода воду в 1781 г. Кавендиш считал водород чистым флогистоном.

<sup>2</sup>. Гершензон Е.М. Исследование одиночных атомов Соросовский Образовательный журнал , 1995, №1, с.116-123

- 
- <sup>3</sup>. Эти цифры (Энциклопедия Аванта+, том Химия, с.436) не могут быть абсолютно истинными, но по любым другим данным, водорода во Вселенной не менее 75%.
- <sup>4</sup>. А.А.Шидловский, Основы пиротехники. М., Машиностроение, 1973, 320 с.
- <sup>5</sup>. Джозеф **Пристли** (Пристлей) (1733-1804), англ. химик и философ, открыл и изучил ряд газов: CO<sub>2</sub>, HCl, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, CO.
- Карл Вильгельм **Шееле** (1742-1786), шведский химик, открыл и изучил ряд газов (Cl<sub>2</sub>, AsH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S)? металлов (Mn, Mo, W) и органических веществ.
- <sup>6</sup>. Корнелий ван **Дреббель** (ок.1572-1633), голландский изобретатель и инженер, работал в Англии при дворе короля Иакова 1. Интернет: [wysiwyg://17/http://www.submarina.ru/intro.php?02](http://wysiwyg://17/http://www.submarina.ru/intro.php?02)
- <sup>7</sup>. Роберт **Бойль** (1627-1691), англ. физик и химик, открыл в 1660 г. газовый закон, в 1663 впервые использовал кислотно-основные индикаторы.
- <sup>8</sup>. Полунов Ю. Освобожденный кислород, или как дышали в подводной лодке Дреббеля. Интернет: [http://old.submarine.ru/win/698/hroniki2\\_1.html](http://old.submarine.ru/win/698/hroniki2_1.html)
- <sup>9</sup>. Скрупский В.А. Ты – мое дыхание “Химия и жизнь – XXI век”, № 2, 1997, с.42-45
- <sup>10</sup>. По данным М.Метелева и В.В.Загорского, в замкнутом объеме для дыхания мышей более важно удаление углекислого газа, а не уменьшение содержания кислорода в воздухе.
- <sup>11</sup>. Реми Г. Курс неорганической химии. т.1, М.: "Мир", 1972. – 824 с.(нем. 11 изд. 1960), с.265
- <sup>12</sup> Бирадикальный характер молекулы кислорода не строго, но наглядно можно объяснить с помощью молекулярной диаграммы, которая есть практически во всех учебниках общей химии: Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия, М., 1988, стр. 54-62; Неорганическая химия: В 3 т., Т. 1: Физико-химические основы неорганической химии. /М.Е.Тамм, Ю.Д.Третьяков, М., 2004.
- <sup>13</sup>. Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рандерс Й. За пределами роста. Учебное пособие. - М.: Изд. группа "Прогресс", "Пангея", 1994 - 304 с., с.162-181
- <sup>14</sup>. Губанов Б. “Энергия”-”Буран” – шаг в будущее Наука и жизнь, 1989, № 4, с.2-9;  
Патрунов Ф.Г. Ниже 120° по Кельвину. – М.: Знание, 1989.– 176 с., с.97-99
- <sup>15</sup> Фото дирижаблей Цеппелин: [http://info.dolgopa.org/album/06\\_17.htm](http://info.dolgopa.org/album/06_17.htm)
- <sup>16</sup>. Коровин Н.В. Топливные элементы Соросовский Образовательный журнал, № 10, 1998, с.55-59
- <sup>17</sup> Серийный автомобиль с водородным двигателем <http://www.autprovodnik.ru/news/?l=1&p=8&aid=153>
- <sup>18</sup>. Луи Жак **Тенар** (1777-1857), франц. химик, работал с Ж.Гей-Люссаком (открыли бор, выделили в чистом виде ряд элементов).
- <sup>19</sup>. Шапиро Л.С. Совершенно секретно... Перекись водорода. Интернет: <http://www.submarina.ru/intro.php?17>
- <sup>20</sup>. Зенин С.В., Тяглов Б.В., Гидрофобная модель структуры ассоциатов молекул воды. Журнал физической химии, 1994, т. 68, № 4, стр. 636-641
- <sup>21</sup>. <http://avenue.h10.ru/water.html> <http://www.hado.net> дубль  
<http://www.methodsilva.com/index.php?page=3&pub=5>